ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 MAI 1917.

PRÉSIDENCE DE M. A. D'ARSONVAL.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse ampliation du décret qui porte approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. le vice-amiral *Fournier* pour occuper, dans la Section de Géographie et Navigation, la place vacante par le décès de M. *Guyou*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. le vice-amiral **Fournier** prend place parmi ses confrères.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Le nouveau deuil qui frappe l'Académie sera vivement ressenti par toute la médecine française. Le professeur **Landouzy**, en effet, a été un de ses plus brillants représentants et un de ceux qui ont fait le plus pour répandre son bon renom à l'étranger. Peu de carrières médicales ont été aussi complètement remplies.

Landouzy était médecin dans l'âme; fils de l'éminent directeur de l'École de médecine de Reims, il avait puisé auprès de son père ce sentiment du devoir social et de l'honneur professionnel qui faisaient de nos vieux médecins français de véritables apôtres. Tout en ne négligeant aucune des découvertes du laboratoire, Landouzy fut par-dessus tout un clinicien et un observateur auquel nul symptôme de la maladie n'échappait. Depuis 45 ans que j'étais lié avec notre confrère j'ai pu suivre les différentes phases de son évolution et le voir dépister successivement des symptômes ou des causes morbides qui avaient échappé à la sagacité de ses devanciers. C'est ainsi que dès 1874 il différencie l'atrophie musculaire progressive de l'enfance de celle de l'adulte en montrant que la première est indépendante du système nerveux; qu'il prouve que, dans la méningite tuberculeuse, les convulsions localisées sont *directes* et ne proviennent nul-

lement, par action réflexe, d'une incitation partie de la méninge enflammée, contrairement à l'opinion universellement admise alors. Les travaux de Landouzy portent sur presque toutes les parties de la médecine, mais depuis 1882 il s'adonna tout entier à la lutte contre les trois grands fléaux destructeurs de la race humaine : la tuberculose, l'alcool et la syphilis, fléaux dont il étudia le rôle social avec une ampleur et un zèle incomparables. Il put montrer que nombre de maladies réputées vulgaires, telles que la pleurésie, l'emphysème et certaines broncho-pneumonies de la rougeole, quoique bénignes et curables, ont une origine tuberculeuse; de même pour certaines arthrites, etc. Le bacille avec ses produits toxiques est bien à l'origine non seulement chez le malade mais aussi dans sa descendance. Landouzy a prouvé que certaines malformations sont la conséquence de la tuberculose de la mère. De plus les bacilles humains ou bovins, injectés aux femelles avant la fécondation, aboutissent chez le nouveau-né *sans tubercules* à la débilité, à toute une série de dystrophies congénitales frappant les organes et les appareils, particulièrement l'appareil cardio-vasculaire.

Si Landouzy a montré ainsi la part énorme qui revient à l'infection tuberculeuse dans nombre de maladies dites vulgaires, il ne s'est pas borné à cette constatation lamentable; par nombre de travaux, d'enquêtes, de discussions dans toutes les capitales du monde, il a dénoncé les causes du mal et indiqué les moyens prophylactifs ou curatifs.

Mais il existe une autre cause de contamination : celle qui se fait par l'alimentation. On avait élevé des doutes intéressés touchant la transmission de la tuberculose par la chair et par le lait des animaux tuberculeux. En Allemagne, en Amérique ces doutes au sujet de l'identité de la tuberculose humaine et de la tuberculose bovine trouvaient une atmosphère sympathique. Au Congrès de Londres en 1902, le savant allemand Robert Koch se prononça résolument contre l'identité des deux virus. Il ne put réfuter pourtant les arguments que lui opposèrent lord Lister et Nocard.

En 1908, au Congrès de Washington, Koch fut encore plus affirmatif dans un milieu économique qui devait inconsciemment désirer son succès.

Les résolutions imminentes du Congrès américain allaient rendre inutiles toutes les mesures prises en France, en Angleterre, en Danemark pour lutter contre la propagation de la tuberculose à l'homme en livrant à l'alimentation des bêtes infectées. Plus de surveillance ni des abattoirs, ni des étables; il fallait renoncer à la lutte que nous considérions comme un grand danger social.

C'est la délégation française qui eut l'honneur de combattre cette dangereuse erreur. Son président Landouzy assuma la lourde et glorieuse tâche de diriger l'action engagée par les Arloing, les Calmette, les Courmont, etc.; de faire tête à Koch, de réduire ses sophismes et de le contraindre enfin, faute d'arguments, à un départ soudain, imprévu, inexpliqué sinon inexplicable. La conviction était faite dans tous les esprits, chez les Américains comme chez tous les autres. L'hygiène publique venait de remporter une victoire et la science française un triomphe sur la science allemande.

Je me sers des propres expressions employées par Bouchard à cette occasion. Je pourrais multiplier les exemples où, dans les Congrès internationaux, Landouzy a porté haut et ferme le drapeau de la science française pour laquelle il réclamait sa place légitime. Je l'ai vu à l'œuvre au dernier Congrès de Physiothérapie de Berlin, en 1913, où j'avais l'honneur de l'accompagner. Il me resterait encore beaucoup à dire sur les services qu'il a rendus comme doyen de la Faculté de Médecine, au Conseil supérieur de l'Instruction publique, dans ses voyages annuels aux stations thermales de France qu'il faisait connaître aux étrangers, etc., mais je dois me borner. Landouzy fut non seulement un grand médecin, mais avant tout un grand Français, un ardent patriote qui jusqu'au dernier jour de sa vie se dépensa sans compter partout où l'intérêt de son pays était en jeu.

MÉCANIQUE DES SEMI-FLUIDES. — *Solutions du problème de la poussée voisines de celle de Rankine et Maurice Lévy, pour les massifs sablonneux et les murs de soutènement à profil rectiligne.* Note de M. J. **Boussinesq.**

I. L'équation (6) de ma Note du 7 mai ([1]), qu'on peut écrire

$$p\left(\frac{dD}{dy}-\frac{dE}{dx}-k\,\Delta_2\chi\right)=2(XE-YD), \tag{1}$$

et où la parenthèse du premier membre est linéaire par rapport aux dérivées secondes en x et y de l'azimut χ de la pression principale la plus forte dans un massif de sable à l'état ébouleux, tandis que la parenthèse du second membre est linéaire par rapport aux dérivées premières de χ, nous a montré qu'il n'existe pas d'équation du second ordre en χ seul, dont l'intégration

([1]) *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 701.

permette, en général, de déterminer cet azimut indépendamment de la pression moyenne p. Il se peut, toutefois, qu'on cherche seulement les solutions du problème de la poussée, *voisines d'une solution particulière déjà connue*, savoir, de la solution Rankine-Lévy, rappelée à la fin de ma Note, où l'azimut χ est constant dans tout le massif : cela arrivera, par exemple, si le mur soutenant le massif fait avec la verticale (en fruit intérieur) un angle i' peu différent de l'angle particulier i imposé par la solution Rankine-Lévy.

Or, alors, cette relation (1) devient précisément l'équation aux dérivées partielles désirée, en χ seul, pourvu qu'on se borne à une approximation, permettant de négliger les carrés et produits des petites corrections $p'-p$ et $\chi'-\chi$ qu'il y a lieu d'apporter aux deux fonctions p et χ du cas Rankine-Lévy déjà traité.

En effet, appelant maintenant χ' l'azimut en question, *devenu un peu variable*, pour le distinguer de sa précédente valeur *constante* χ, et p' la nouvelle pression moyenne, pour la distinguer de p, l'équation (1), écrite avec χ' et p' au lieu de χ et p, pourra néanmoins conserver au premier membre son facteur précédent p, qui n'y multipliera que des quantités petites du premier ordre. Et, vu les expressions de X, Y, D, E données dans ma dernière Note, il viendra, si C, S désignent désormais les deux *constantes* $\cos 2\chi$, $\sin 2\chi$,

$$(2)\quad C\left(\frac{d^2\chi'}{dx^2}-\frac{d^2\chi'}{dy^2}\right) + 2S\frac{d^2\chi'}{dx\,dy}+k\Delta_2\chi'+\frac{2\Pi}{p}\left[\frac{d\chi'}{dx}\cos(2\chi+\omega)+\frac{d\chi'}{dy}\sin(2\chi+\omega)\right]=0,$$

équation aux dérivées partielles en χ' seul, linéaire, mais à coefficients variables comme l'inverse de p dans les termes affectés des dérivées premières de χ'.

II. Comme on attribue au massif une profondeur telle que le *sol rigide sous-jacent n'apporte aucune perturbation appréciable*, les conditions du phénomène seront analogues en tous les points d'une droite quelconque r émanée, dans le plan des xy, de l'origine O où se coupent le profil supérieur et celui du mur. Par suite, l'azimut χ' des *éléments plans les moins pressés* (ou de la *pression* principale la plus forte) doit y être pareil sur toute la longueur et ne dépendre que de *l'angle polaire* ou azimut même, θ, de la droite r; et, dès lors, les lignes $\chi'=$ const. étant les rayons r eux-mêmes,

la pression moyenne p' sera, comme l'est déjà p, le produit de r par une fonction de θ seul.

Il y aura donc lieu d'introduire les variables indépendantes r et θ, à la place de $x = r\cos\theta$ et $y = r\sin\theta$. Si ensuite nous posons $\theta = i - \omega + \theta'$, en comptant ainsi les nouveaux angles polaires θ' à partir du *mur idéal* de la solution Rankine-Lévy, l'équation (2), devenue simplement différentielle en θ ou θ', sera, après une transformation détaillée au Chapitre IV du Mémoire cité (destiné aux *Annales scientifiques de l'École Normale supérieure*),

$$(3)\quad \frac{\cos(\varphi-\theta')}{\cos(\varphi-2\theta')}(\sin\theta')\frac{d^2\chi'}{d\theta'^2} + \left[1-\frac{\cos\varphi}{\cos(\varphi-2\theta')}\,\frac{\cos(\omega-i)}{\cos(\omega-i-\theta')}\,\frac{\cos(\varphi+i-\theta')}{\cos(\varphi+i)}\right]\frac{d\chi'}{d\theta'}=0.$$

Or une étude attentive de cette équation montre, dans le même Chapitre IV, que la dérivée première de χ' en θ' ou en θ, a signe constant pour toutes les valeurs de θ et, partout, sa grandeur du même ordre, sauf à l'approche de la surface libre où elle croît indéfiniment. D'autre part, aux distances de la surface libre très petites, là où l'éloignement relatif du mur rend les conditions du phénomène indépendantes de y et où, par suite, χ' tend vers χ, la dérivée de χ' en θ ne peut que s'annuler. Elle sera donc nulle à l'intérieur, *à bien plus forte raison.* Ainsi, *l'azimut χ' ne peut se maintenir voisin de χ dans le corps du massif, comme on l'admet, que si sa dérivée en θ s'y annule à très peu près*, ou si la solution Rankine-Lévy n'y est voisine d'aucune autre.

III. Mais l'équation différentielle (3), démontrée *pour l'intérieur* de l'intervalle existant entre les deux valeurs extrêmes de θ, notamment aux distances très sensibles de la paroi $\theta = i' - \omega$, n'est nullement obligatoire *près de celle-ci*. Car l'hypothèse, que nous avons faite, de ne chercher aux équations de l'état ébouleux que des intégrales χ' et p' voisines de χ et p, n'exige, pour ces fonctions *continues* χ' et p', une manière déterminée de varier qu'aux assez grandes distances des limites du champ où elles existent. Au contraire, très près de la limite inférieure $\theta = i' - \omega$, rien n'empêcherait, par exemple, la dérivée seconde de χ' de devenir infinie, pour une valeur *critique* $\theta = \theta_0$ convenablement choisie, et, la dérivée première, d'y modifier sa loi de variation; car les écarts en résultant sur χ' n'auraient pas, jusqu'à la limite *voisine* $i' - \omega$, un *champ suffisant pour devenir sensibles.* D'ailleurs, la loi de χ', *quoi qu'elle devienne en deçà de* $\theta = \theta_0$, pourra toujours y être supposée *linéaire* en $\theta - \theta_0$, avec erreurs du second

ordre censées négligeables ici; et il en sera de même de la petite différence $p' - p$.

Posant donc, dans le faible intervalle compris entre $\theta = \theta_0$ et $\theta = i' - \omega$, si c et A sont deux constantes,

$$(4) \qquad \chi' = \chi + \frac{c}{2}(\theta - \theta_0), \qquad p' = p - \Pi A r (\theta - \theta_0),$$

on déterminera *deux* des *trois* arbitraires θ_0, A, c, par la condition que les *deux* équations indéfinies de l'équilibre soient vérifiées à l'entrée $\theta = \theta_0$ du petit *coin exceptionnel* (du massif) mesuré par l'intervalle en question. Or, j'ai reconnu que ces équations y deviennent, si p_0 désigne la valeur $\left(-\frac{\Pi r \cos\theta_0 \sin\omega}{k \sin 2\chi}\right)$ de p pour $\theta = \theta_0$,

$$(5) \qquad \frac{\Pi r A}{c p_0} = -\cot(2\theta_0 - 2\chi) = -\frac{k \sin(2\theta_0 - 2\chi)}{1 - k\cos(2\theta_0 - 2\chi)},$$

double relation où -2χ est le complément de $\varphi + 2i - 2\omega$ et où l'égalité des deux derniers membres donne presque immédiatement $\theta_0 = i - \omega$; après quoi A s'exprime en fonction de c.

Ainsi, *le plan critique* $\theta = \theta_0$ *coïncide forcément avec le mur idéal de la solution Rankine-Lévy,* à partir duquel nos angles polaires s'appellent θ'; et, *quand existe le coin exceptionnel où* χ' *et* p' *diffèrent de* χ *et de* p, on y a

$$(6) \qquad \chi' = \chi + \frac{c}{2}\theta', \qquad p' = p - \frac{c \sin\omega \cos(\omega - i)}{\cos\varphi \sin 2\chi}\Pi r \theta'.$$

La constante c reste disponible pour vérifier, à la paroi $\theta' = i' - i$, la condition de glissement (vers le bas) du massif contre le mur.

IV. *Il n'y a*, dès lors, *aucune place disponible pour le coin exceptionnel, quand on donne* $i' > i$, c'est-à-dire quand le mur réel a *plus de fruit intérieur* que le mur idéal de la solution Rankine-Lévy. Le *gros du massif*, où $\chi' = \chi$ et $p' = p$, s'étend donc alors jusqu'au mur même; et il n'existe aucun ensemble de petits termes correctifs qui, en s'adjoignant à la solution Rankine-Lévy, permette d'exprimer le glissement du massif contre le mur. On en conclut naturellement qu'une couche sablonneuse plus ou moins épaisse, contiguë au mur, sera préservée d'un éboulement *immédiat* par le frottement même du mur et fera corps avec lui, s'il commence à s'ébranler, ou devra lui être fictivement adjointe, comme un solide qui lui serait lié aux premiers instants de la chute.

V. Mais passons au cas, seul usuel, où l'angle i' du mur donné avec la verticale descendante est moindre que i : nous y appellerons δ la petite étendue angulaire $i - i'$ du coin exceptionnel de sable, contigu au mur, où s'appliqueront les formules (6).

Les trois pressions principales relatives aux axes, N'_x, N'_y, T', y excéderont évidemment les expressions N_x, N_y, T correspondant à p et χ seuls, de petits termes, n_x, n_y, t, linéaires en $c\theta'$. Si l'on se souvient que $2\theta_0$, égal à $2i - 2\omega$, est le complément de $\varphi + 2\chi$, on trouve assez aisément pour ces petits termes la triple formule

$$(7) \qquad (n_x, n_y, t) = \frac{2c\Pi \sin\omega \cos\theta_0}{\cos\varphi \sin 2\chi}(\cos^2\theta_0, \sin^2\theta_0, \cos\theta_0 \sin\theta_0) r \sin\theta'.$$

J'y ai remplacé θ' par $\sin\theta'$: ce qui est évidemment légitime, mais a l'avantage de permettre la substitution, à $r\sin\theta' = r\sin(\theta - \theta_0)$, du binome, linéaire en x et y, $y\cos\theta_0 - x\sin\theta_0$, et de montrer que ces expressions (7) annulent identiquement les deux sommes

$$\frac{dn_x}{dx} + \frac{dt}{dy}, \quad \frac{dt}{dx} + \frac{dn_y}{dy}.$$

Par suite, les pressions totales

$$(8) \qquad N'_x = N_x + n_x, \qquad N'_y = N_y + n_y, \qquad T' = T + t$$

satisfont exactement aux deux équations indéfinies ordinaires de l'équilibre.

On pourra donc se dispenser de supposer δ *très petit*, à la condition d'attribuer au massif, en ce qui concerne le coin exceptionnel contigu au mur, une faible hétérogénéité de nature, savoir, un angle φ' de frottement intérieur *un peu variable* et légèrement supérieur à φ; de telle sorte que l'*obliquité maxima* φ' des pressions par rapport aux éléments plans qui les subissent, définie en chaque point par la formule bien connue

$$(9) \qquad \sin^2\varphi' = \frac{(N'_x - N'_y)^2 + 4T'^2}{(N'_x + N'_y)^2}$$

soit précisément celle qui, vu les formules (7) et (8), exprimera l'état ébouleux. Or j'ai ainsi trouvé

$$(10) \qquad \frac{\sin^2\varphi'}{\sin^2\varphi} = 1 + \left[\frac{c\cos\varphi\cos\theta_0\sin(\theta_0 - \theta)}{\cos\varphi\cos\theta - c\sin\varphi\cos\theta_0\sin(\theta_0 - \theta)}\right]^2,$$

relation d'où résulte, *dans le coin exceptionnel* d'angle δ, une valeur φ' crois-

sante à mesure qu'on s'approche du mur $\theta = \theta_0 - \delta$, mais n'y atteignant qu'une limite Φ dont l'excédent sur φ est seulement de l'ordre de δ^2, quel que soit c.

VI. L'angle *fictif* φ' de frottement intérieur excédant ainsi quelque peu φ à l'approche du mur, il y a lieu de supposer celui-ci non plus tout à fait rugueux, ce qui donnerait à l'*angle du frottement extérieur* la valeur Φ, mais un peu *poli;* de sorte qu'on puisse lui attribuer une valeur moindre φ_1, à choisir ultérieurement, φ par exemple. Et l'on déterminera l'arbitraire c en conséquence.

Il faudra, à cet effet, évaluer les deux composantes, *tangentielle* $\mathfrak{T}$ et *normale* $(-\mathfrak{N})$, de la pression exercée par le gros du massif, d'après les formules (8), sur les divers éléments plans du coin à profils émanés de l'origine et ayant l'angle polaire θ. On trouve

$$(11)\quad\left\{\begin{aligned}\mathfrak{T} &= p\sin\varphi\left\{\cos\varphi - 2\sin(\theta_0-\theta)\left[\sin(\varphi+\theta_0-\theta) - c\frac{\cos\theta_0\sin(\theta_0-\theta)}{\cos\varphi\cos\theta}\cos(\theta_0-\theta)\right]\right\},\\ -\mathfrak{N} &= p\sin\varphi\left\{\frac{\cos\varphi}{\operatorname{tang}\varphi} - 2\sin(\theta_0-\theta)\left[\cos(\varphi+\theta_0-\theta) + c\frac{\cos\theta_0\sin^2(\theta_0-\theta)}{\cos\varphi\cos\theta}\right]\right\}.\end{aligned}\right.$$

La constante c se déterminera en exprimant que, pour la valeur $\theta = \theta_0 - \delta$ de l'angle polaire, relative au mur, le rapport de $\mathfrak{T}$ à $-\mathfrak{N}$ est $\operatorname{tang}\varphi_1$.

Si l'on choisit, par exemple, $\varphi_1 = \varphi$, il vient presque immédiatement

$$(12)\qquad c = \frac{\cos\varphi\cos(\theta_0-\delta)}{\cos(\varphi-\delta)\cos\theta_0};$$

et l'on trouve alors, pour la poussée $\mathfrak{P}$ par unité d'aire exercée sur le mur, la formule

$$(13)\qquad \mathfrak{P} = \Pi r\cos(\varphi+i'+\delta)\frac{\cos(\omega-i')}{\cos(\omega-i'-\delta)}\frac{\cos(\varphi+\delta)}{\cos(\varphi-\delta)}.$$

Dans le même cas, la plus forte valeur Φ de φ', qui se produit au contact du mur, pour $\theta = \theta_0 - \delta$, résultera, d'après (12) et (10), de la relation

$$(14)\qquad \frac{\sin\Phi}{\sin\varphi} = \frac{1}{\cos\delta} = 1 + \frac{\delta^2}{2} + \ldots,$$

résultat extrêmement simple, permettant d'*estimer* le degré d'approximation obtenu par l'assimilation d'un massif homogène donné, dont l'angle de frottement intérieur est φ, au massif hétérogène fictif ainsi imaginé.

VII. On conçoit que la considération de tels massifs hétérogènes, dont

l'état ébouleux se calcule facilement, puisse être utile, d'une autre manière encore, dans l'étude d'un massif *homogène proposé*, de même figure géométrique qu'eux, mais ayant son état ébouleux inabordable à l'intégration. Car il suffira qu'on puisse l'intercaler entre deux tels massifs hétérogènes, l'un plus résistant que lui à l'éboulement, l'autre moins résistant que lui, pour avoir deux évaluations, la première *par défaut*, la seconde *par excès* de sa propre poussée-limite. Et si l'on réussit à rendre ces évaluations assez peu distantes entre elles, elles constitueront deux valeurs approchées, pouvant suffire dans la pratique, de la poussée inconnue qu'on cherche. C'est ce que j'espère montrer dans une Note ultérieure.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les propriétés réfractaires de l'argile.* Note de MM. **H. Le Chatelier** et **F. Bogitch.**

La plupart des briques réfractaires servant à la construction des fours sont faites en argile, matière essentiellement constituée par de la kaolinite

$$2SiO^2Al^2O^3.2H^2O$$

mêlée à différentes impuretés : sable quartzeux en proportions souvent importantes, mica potassique et oxyde de fer. Toutes les bases étrangères diminuent les qualités réfractaires. Leur proportion dans les bonnes argiles ne dépasse pas 4 pour 100.

Pour apprécier les qualités réfractaires d'une argile, on détermine habituellement son point de fusion par la méthode de Seger, sur de petites pyramides triangulaires dont on note la température d'affaissement.

Les argiles rigoureusement pures, exclusivement composées de kaolinite, fondent à 1780°; les argiles très riches en sable quartzeux, renfermant dix fois autant de silice que d'alumine, fondent 100° plus bas, vers 1680°; si elles renferment en plus 4 pour 100 d'oxyde de fer et de bases alcalines, on observe un nouvel abaissement de 100° du point de fusion, qui tombe alors à 1580°.

Ce sont là, de toute façon, des points de fusion très élevés; à leur inspection, on serait tenté de conclure que les briques réfractaires argileuses doivent suffire pour la construction de tous nos fours industriels. Or, il n'en est rien; on n'a jamais pu s'en servir pour les voûtes des fours d'aciéries. On emploie exclusivement pour cet usage les briques de silice, qui donnent toute satisfaction. Et cependant leur point de fusion est exacte-

ment celui de la kaolinite, 1780°. La raison des différences de qualités pratiques de ces matériaux est que l'argile se ramollit progressivement avant de fondre. Dans l'expérience de Seger, la matière s'affaisse sous son propre poids, c'est-à-dire sous une pression de l'ordre de 1^g par centimètre carré; dans les voûtes de four, les pressions exercées sont au moins 1000 fois plus considérables et suffisent pour écraser les briques bien avant leur fusion proprement dite.

Nous nous sommes proposé d'étudier comment se comporte aux températures élevées l'argile soumise à des efforts plus ou moins énergiques. Quelques expériences ont déjà été faites à ce sujet, mais il n'existe à notre connaissance aucune étude systématique sur l'ensemble du problème. M. T.-E. Montgomery a signalé, par exemple, qu'on pouvait différencier les bonnes briques réfractaires des mauvaises en les essayant à 1350° sous une pression de $3^{kg},5$ par centimètre carré [1].

Nos expériences ont été faites dans un petit four de laboratoire de 10^{cm} de diamètre intérieur, chauffé au moyen d'un chalumeau à gaz, disposé suivant les principes indiqués autrefois par M. Schlœsing : homogénéisation parfaite du mélange d'air et de gaz, au moyen de son parcours dans un tube suffisamment long, placé entre le mélangeur et le four; très grande vitesse de circulation du mélange gazeux, non seulement à l'entrée dans le four, mais aussi à l'extérieur de celui-ci, ce qui conduit à en réduire le volume.

L'échantillon découpé en cubes de 1^{cm} de côté est supporté par un cylindre de magnésie fondu au four électrique ou par un morceau d'électrode en charbon, protégé contre l'oxydation par un tube en terre. Pour éviter la fusion de l'échantillon d'argile au contact de la magnésie, les deux matières sont séparées par une couche d'oxyde de chrome. La pression est exercée sur la petite éprouvette par l'intermédiaire d'un cylindre de bauxite cuit préalablement à 1600° et présentant en son centre une cavité hémisphérique où vient appuyer la tige de fer chargée de transmettre la pression. Ce cylindre de bauxite traverse à frottement doux le couvercle du four de façon à refroidir la petite cavité où pénètre la tige de fer. Cela est indispensable pour permettre au métal de résister sans déformation.

La température est mesurée au moyen d'un couple thermo-électrique placé au contact de l'échantillon. La pression est exercée par un levier en fer à l'extrémité duquel on peut suspendre des poids. Ce levier donne à la fois la mesure des efforts exercés et celle des affaissements résultants.

---

(1) Depuis l'achèvement de nos recherches, nous avons eu connaissance d'une étude semblable faite en Angleterre par MM. J.-W. Mellor et B.-J. Moore (*English Ceramic Society*, t. 15, 1916, p. 77). Ces savants ont déterminé le point d'affaissement de briques d'argile, chauffées soit sans aucune charge, soit sous des pressions variant de 8^{kg} à 16^{kg} par centimètre carré. Les résultats sont d'accord avec ceux que nous publions ici.

Le Tableau ci-dessous donne la composition des argiles sur lesquelles ont porté les expériences :

	G.	L.	A.	C.	B.
Alumine	20,0	26,0	26,5	12,6	33
Sesquioxyde de fer	3,4	1,9	3,9	2,4	1,5
Chaux	0,8	0,2	2,0	0,0	0,3
Silice et non dosé (diff.)	75,8	71,9	67,6	85,0	65,2

Une première série d'expériences a porté sur la brique G, brique de qualité médiocre, cuite vers 1200°.

On a cherché d'abord l'effort nécessaire pour produire, à différentes températures, son écrasement. Jusqu'à 1100°, la résistance reste sensiblement invariable, aux erreurs expérimentales près :

Température.	Effort par cm².
15°	190 kg
600	185
950	200
1080	180

La rupture se produit brusquement et complètement, comme dans les essais faits à la température ordinaire. Aux températures plus élevées, au contraire, la matière s'affaisse progressivement, elle devient plastique, il n'y a plus à proprement parler de rupture. On a approximativement déterminé l'effort sous lequel l'affaissement devenait considérable, dépassait par exemple 50 pour 100 de l'épaisseur primitive de l'échantillon, la durée de mise en charge étant d'environ 20 secondes.

Température.	Effort par cm².
1300°	65kg
1360°	20kg

La chute de résistance de cette brique devient donc très rapide au-dessus de 1200°.

Pour étudier, d'une façon plus complète, le mode de déformation de l'argile aux températures élevées, il a semblé nécessaire de mesurer à la fois les trois facteurs qui règlent le phénomène : temps, pression et température. L'échantillon était chauffé sous un effort constant à des températures progressivement croissantes; la vitesse d'échauffement, maintenue aussi régulière que possible, variait d'environ 10° par minute; un peu plus au début du chauffage, un peu moins à la fin.

Nous avons étudié successivement l'influence de différents facteurs sur la résistance des briques, plus particulièrement la pression exercée, qui se rattache aux conditions d'emploi, et la température de cuisson initiale qui se rattache aux conditions de fabrication.

Influence de la pression. — La brique G a été chauffée successivement sous des pressions de 10^{kg} et de 1^{kg} par centimètre carré.

Pression de 10^{kg}.			Pression de 1^{kg}.		
Temps.	Température.	Affaissement pour 100.	Temps.	Température.	Affaissement pour 100.
m	o		m	o	
0	1200	0	0	1300	0
6	1320	5	2	1340	3
8	1350	20	4	1370	11
9	1378	31	6	1390	25
10	1390	40	8	1404	44
11	1398	48	11	1415	73

Les écarts entre les températures donnant les mêmes affaissements sont moindres qu'on n'aurait pu le prévoir; ils n'atteignent pas 50° pour une variation de la pression dans le rapport de 1 à 10.

Influence de la cuisson. — Les expériences ont été faites sur la brique L, de qualité supérieure à celle de la précédente.

Cuisson à 1200°.			Cuisson à 1430°.		
Temps.	Température.	Affaissement pour 100.	Temps.	Température.	Affaissement pour 100.
m	o		m	o	
0	1305	0	0	1320	0
2	1350	2	4	1360	2
4	1390	23	10	1406	5
6	1416	48	14	1440	11
9	1424	54	16	1460	31

Il y a un écart de près de 50° entre les températures donnant les mêmes affaissements; en réalité, même l'écart aurait été plus grand encore si la vitesse d'échauffement du second échantillon n'avait pas été accidentellement inférieure à celle du premier.

Influence de la pureté de l'argile. — La brique L plus pure que la brique G s'affaisse à des températures plus élevées, comme cela était facile à prévoir. Pour avoir une matière plus pure encore, nous avons fabriqué au labora-

toire de petites briquettes en kaolin lavé. On a employé une partie de kaolin cru et une partie de kaolin calciné; la cuisson a été faite à la température de 1200°. Les affaissements observés sous une pression de 10^{kg}, dans des conditions d'échauffement comparables à celles des expériences précédentes, ont été les suivants :

1400°	5,7 pour 100
1500°	21,7 »

Un essai analogue, fait sur le mélange B pour creusets d'aciérie cuit à 1400°, a donné :

1460°	9 pour 100

Ce résultat est donc comparable à celui obtenu avec le kaolin.

Ce phénomène d'affaissement de l'argile est assez complexe. La matière se tasse d'abord sur elle-même en remplissant les pores vides restés après le moulage. Puis ensuite la matière gonfle en forme de tonneau, se fendant sur les bords quand la pression est trop élevée ou restant compacte comme une masse vitreuse, si la pression est faible et la déformation suffisamment lente.

On pourrait comparer la qualité des briques en déterminant la température pour laquelle l'affaissement est de 20 pour 100 sous une pression de 10^{kg} par centimètre carré exercée pendant 1 minute. Pour les produits que nous avons essayés, cette température varie de 1350° à 1500°. Le choix d'une déformation aussi considérable est motivé par ses avantages au point de vue de la précision des mesures. Mais, bien entendu, les températures auxquelles les briques cessent de pouvoir être employées sous un effort indéfiniment prolongé sont sans doute plus basses.

Pour des pressions de 1^{kg} seulement, indéfiniment prolongées, les températures les plus élevées acceptables doivent varier de 1250° à 1350° suivant les qualités réfractaires de l'argile. Mais de nouvelles expériences sont nécessaires pour préciser cette température limite.

Comment peut-on coordonner ces résultats? Quelle théorie scientifique donner de la fusion des matières argileuses?

Avant cuisson, une bonne brique réfractaire est constituée par un mélange en proportions variables de :

Kaolinite	$2SiO^2.Al^2O^3.2H^2O$
Quartz	SiO^2

Après cuisson à une température suffisamment élevée, entre 1300° et 1500°, pendant un temps très long, plusieurs mois par exemple, comme cela se produit dans les empilages des régénérateurs des fours Siemens, les briques sont finalement constituées par un mélange en proportion variable de :

Sillimanite..................................	$SiO^2.Al^2O^3$
Tridymite	SiO^2

Nous l'avons très nettement observé sur la brique A venant d'un four des usines d'Assailly. C'est là l'état d'équilibre stable correspondant aux températures moyennement élevées, comprises par exemple entre 1000° et 1500°. Si l'on réchauffe une semblable brique vers 1600° et qu'on la refroidisse rapidement, on constate qu'une partie est devenue vitreuse; il y a eu fusion partielle. C'est le mode d'action bien connu de la chaleur sur tous les alliages et mélanges de sels. Ils restent solides et cristallisés jusqu'à une certaine température limite, dite de *fusion eutectique,* à laquelle un des constituants entre totalement en fusion et le second seulement partiellement. Puis, au fur et à mesure de l'élévation de température, le second constituant se dissout progressivement jusqu'à fusion complète.

Dans le cas des composés siliceux, le phénomène est compliqué par la viscosité de la matière fondue, qui est en réalité un verre seulement pâteux et non un véritable liquide. Cela retarde beaucoup l'établissement de l'équilibre. Cette difficulté a empêché jusqu'ici de déterminer le point de fusion réversible de l'eutectique silice-alumine.

Nous avons essayé de déterminer le palier de fusibilité de la silice vitreuse. Un petit cube de 1^{cm} de côté a été chauffé sous une pression constante de 10^{kg}. Il a commencé à céder à 1300° et, le chauffage continuant, il s'est affaissé de 40 pour 100, à la température de 1400°, 10 minutes plus tard. On peut conclure de cette expérience que la silice vitreuse ne doit pas prendre, avant 1500°, une fluidité suffisante pour permettre l'établissement un peu rapide des phénomènes d'équilibre ; cela explique et excuse notre ignorance au sujet du diagramme de fusibilité du mélange tridymite-sillimanite.

Mais les briques, telles qu'on les emploie industriellement, n'ont pour ainsi dire jamais été cuites à une température et pendant un temps suffisant pour être constituées par de la tridymite et de la sillimanite. Il semble que la kaolinite, au moment de sa déshydratation, se décompose en alumine et silice amorphe. Cette silice amorphe se ramollit par l'élévation de tem-

pérature et le fait d'autant plus qu'elle est mêlée à une proportion plus forte de bases étrangères : alumine, et surtout oxyde de fer, chaux et alcalis. Le verre ordinaire est complètement mou à la température de 800°. C'est ce phénomène de fusion progressive de la silice amorphe et non celui de la dissolution réciproque de la tridymite et de la sillimanite que l'on observe habituellement dans la fusion des briques; c'est celui que nous avons mesuré dans la plupart de nos expériences.

Par contre, la silice existant dans l'argile à l'état de quartz conserve cet état ou se transforme en cristobalite, mais ne prend jamais directement l'état amorphe. Elle peut cependant se faire indirectement par dissolution dans le verre, provenant de la kaolinite.

Cette première fusion des briques aux dépens de la silice amorphe est suivie d'une cristallisation de la silice à l'état de tridymite et la fusion normale ne se produit plus alors qu'à une température plus élevée. Une brique chauffée, assez lentement pour donner aux transformations le temps de s'accomplir, doit donc présenter deux zones de fusibilité, séparées par une recristallisation. Une brique fortement cuite ne présente plus la première zone de fusion; elle devient plus réfractaire.

GÉOLOGIE. — *L'avant-pays à l'ouest de la chaîne des Pyrénées.* Note de M. **H. Douvillé.**

Un des traits les plus frappants de la région de l'Adour est l'existence d'une série d'anticlinaux ou de dômes qui font saillie au travers de la plaine tertiaire; ils ont été esquissés immédiatement après le dépôt du Danien et ont ensuite participé à tous les mouvements de la chaîne elle-même, de sorte qu'ils peuvent nous éclairer sur ces mouvements eux-mêmes; ce sont comme dans la Haute-Garonne de véritables *Petites Pyrénées*. En même temps ils ont été plus ou moins arasés, avant et pendant le dépôt des couches tertiaires et constituent des fenêtres qui nous donnent des indications sur la constitution du soubassement de la plaine tertiaire : ils sont généralement accompagnés par un réseau de failles plus ou moins complexes.

La période éocène correspondant tout d'abord à une phase positive d'invasion marine, ses dépôts successifs ont recouvert en transgression les anticlinaux dont il vient d'être question, de sorte que les dépôts les plus anciens se sont formés seulement dans les synclinaux et ont été recouverts, le plus souvent masqués et quelquefois ravinés par les dépôts plus

récents, de là la rareté des affleurements de l'Éocène inférieur. Cette disposition est bien marquée par exemple sur le rivage nord où l'on n'observe aux environs de Royan que quelques lambeaux d'Yprésien, tandis qu'un peu au Sud, dans la dépression de Bordeaux, les sondages profonds ont montré un développement considérable de l'Éocène inférieur.

L'un des mieux connus de ces anticlinaux est celui qui s'étend au sud de Dax de Tercis à Saint-Pandelon : il est constitué par un noyau de Trias, associé à des calcaires liasiques et à des ophites ([1]). Ces calcaires rappellent par leur faciès les dépôts des bords du Plateau Central; Seunes y a signalé des Gastropodes, *Acteonina*, *Turritella*, *Trochus*, et des Lamellibranches, *Anisocardia*, qui, d'après les échantillons qui m'ont été communiqués par Ch. Stuart-Menteath, seraient plutôt des *Eotrapezium* à rapprocher des formes du lias de la Vendée; c'est à ce noyau que l'Ophite est associé. Il est lui-même enveloppé par les différentes assises du Crétacé ([2]) qui ne présentent aucune trace de métamorphisme : c'est d'abord le calcaire blanc de Gauquerot où j'ai recueilli *Toucasia carinata*, surmonté par un banc de brèche (Hébert) à *Rad. cautabricus*, *Cidaris pyrenaica* et *Orbitolina conoidea* (Seunes), signalé également plus à l'Ouest, sous l'église de Tercis et formant probablement le soubassement des assises de Vinport. Celles-ci, d'après les observations de M. Stuart-Menteath, présentent deux niveaux fossilifères séparés par une épaisseur de couches de 15^{m} environ; à la base ce sont des couches où abondent les Spongiaires calcaires et les *Lithothamnium* mamillés associés avec *Polyconites Verneuilli* et *Horiopleura Lamberti* (variété à côtes), tandis qu'au sommet on rencontre une autre variété d'*Hor. Lamberti* associée à de nombreux Brachiopodes (*Ter. Delbosi*), avec *Orbitolina subconcava* et *Barroisia Bertrandi;* ce dernier fossile a été trouvé également à Saint-Paul-de-Fenouillet, à la limite de l'Aptien et de l'Albien. C'est bien vraisemblablement le niveau des couches supérieures de Vinport qui représenteraient l'Albien, les couches inférieures étant encore aptiennes. Du reste

---

([1]) On sait que l'on confond souvent sous cette dénomination deux séries de roches très différentes, les véritables ophites qui sont triasiques ou jurassiques et des roches néphéliniques du groupe des teschénites qui sont postérieures au Crétacé; ces deux sortes de roches donnant du reste des produits de décomposition analogues.

De même les marnes irisées ont été quelquefois confondues avec les marnes rouges du Crétacé supérieur. Les recherches toutes récentes de M. J. de Lapparent ont montré que ces dernières étaient nettement caractérisées par leur faune de Foraminifères.

([2]) Arnaud, *Position stratigraphique des argiles bariolées de Tercis* (*Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, t. 15, 1886, p. 16).

les couches à *Orb. subconcava* ont été fréquemment sur d'autres points attribuées au Cénomanien. Celui-ci est représenté près de Tercis par des calcaires à *Caprotina quadripartita*, auxquels succède le Turonien à *Sph. radiosus*. Au-dessus se développent les assises bien connues de la Craie sénonienne de Tercis et d'Angoumé recouvertes par le Danien de Bédat à *Naut. danicus*, et par celui de Bénesse avec *Isaster aquitanicus*, où apparaissent les premières *Nummulites* et les premiers *Orthophragmina*, associés à *Operculina Heberti*.

Ces diverses assises se retrouvent plus ou moins complètes dans les autres dômes ou anticlinaux, et, suivant l'intensité de l'arasement, les différentes couches de l'Éocène peuvent s'appuyer sur une quelconque de celles qui constituent le soubassement; à Dax c'est l'Éocène supérieur qui recouvre le Danien, à Saint-Lon, l'Éocène moyen vient masquer partiellement le Cénomanien, à Bastennes le Lutétien moyen arrive au contact du Trias.

Plus au Sud à Biarritz nous retrouvons sur la plage un dôme bien caractérisé avec son noyau de Trias; mais ici les couches ont pris une direction différente, elles s'infléchissent vers le Sud-Ouest, et les lignes directrices contournent l'extrémité de la chaîne en suivant à peu près le rivage actuel.

Les marnes irisées sont accompagnées de calcaire métamorphique (Lias?) et d'Ophite; il est enveloppé par le Crétacé, inférieur à Orbitolines, moyen à Fucoïdes, supérieur représenté par les calcaires blancs du niveau à *Stegaster;* toutes ces couches sont traversées par un système de failles assez compliquées. Ici c'est le Lutétien moyen qui repose directement sur le noyau du dôme et sans présenter aucune modification métamorphique.

Si nous suivons le bord de la chaîne vers l'Est, on voit apparaître des couches de plus en plus anciennes, le Lutétien inférieur que j'ai signalé à Saint-Barthélemy, puis plus loin encore au-dessous des couches anciennement connues de Bos d'Arros, une grande épaisseur d'Éocène inférieur découvert il y a longtemps déjà par M. Stuart-Menteath, et présentant le même faciès et la même faune que les couches profondes des sondages du Bordelais (*Num. Lucasi*). Plus loin à l'Est les couches inférieures se chargent d'*Alvéolines* (*Alv. subpyrenaica*), le même faciès se retrouvant au sud de la chaîne sur le côté espagnol (mont Perdu).

Suivons maintenant le rivage de l'autre côté de Biarritz, vers le Sud-Ouest: nous rencontrerons d'abord des lambeaux de la Craie supérieure, puis un grand développement du Turonien à Fucoïdes, jusqu'au delà de Saint-Jean-de-Luz.

Ces couches viennent d'être magistralement étudiées aux environs de

Hendaye par mon jeune collègue J. de Lapparent [1] : il y a retrouvé toute la faune rhizopodique qui caractérise dans les Alpes les calcaires de Sewen, des Lagénidés (*Fissurina*) et des *Globigérinidés* parmi lesquelles le curieux Foraminifère cité en Suisse comme *Pulvinulina tricarinata*, mais qui ne semble pas pouvoir être distingué d'une très rare espèce encore vivante décrite autrefois par d'Orbigny comme *Rosalina Linnei*.

Les couches de la Craie supérieure forment la pointe Sainte-Anne au nord d'Abbadia comme l'avait signalé depuis longtemps M. Stuart-Menteath, elles se prolongent de là au nord de Fontarabie vers Passages et jusqu'à Saint-Sébastien, où ce géologue a recueilli les Ammonites caractéristiques (*Pachydiscus gollevillensis*, *P. fresvillensis*).

Entre ces couches et la mer se développe un puissant massif de grès quartzeux grossiers alternant avec des couches plus fines, plus argileuses, rappelant le faciès du Flysch et présentant des empreintes plus ou moins énigmatiques, en particulier le curieux réseau hexagonal désigné par Maneghini sous le nom de *Palæodictyon*.

Dans ces grès, à Passages, M. Stuart-Menteath a signalé dès 1894 l'existence de *Nummulites* et d'*Assilines* (d'après une détermination de Munier-Chalmas); dans les échantillons qu'il a bien voulu me communiquer j'ai pu reconnaître *Alveolina subpyrenaica*, *Nummulites globulus* et d'assez nombreux *Orthophragmina*. C'est une faune incontestablement plus ancienne que celles de Biarritz, et ces assises viennent compléter très heureusement cette coupe aujourd'hui classique.

Ces couches à Alvéolines représentent tout au plus la base de l'Éocène moyen, les grès qui s'étendent au-dessous jusqu'au Crétacé appartiennent alors à l'Éocène inférieur et tout cet ensemble correspond au système de Bos d'Arros, mais avec un caractère plus franchement littoral.

On sait que bien plus loin, sur la côte cantabrique, on retrouve les couches à Alvéolines à la base du bassin éocène de Columbres.

BOTANIQUE. — *Sur les formes arctiques faussement décrites sous le nom de* Chætoceros criophilus *Castr.* Note [2] de **M. L. Mangin.**

Dans une précédente Note [3], j'ai fait connaître la structure du *Chætoceros criophilus* des régions antarctiques. Je me propose dans la présente Note d'examiner les formes arctiques désignées sous le même nom.

(1) *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 731.

(2) Séance du 23 avril 1917.

(3) *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 704.

FORMES ARCTIQUES.

J'ai pu procéder à cet examen grâce à l'obligeance de M. Ostenfeld, de Copenhague, qui a eu l'amabilité de m'adresser des échantillons authentiques de la forme désignée sous le nom de *C. criophilus* et provenant de sept pêches effectuées entre le 57° et le 65° latitude Nord et du 11°35′ longitude Ouest au 45°48′, c'est-à-dire dans la partie de l'Atlantique voisine du cercle polaire, de l'est de l'Islande jusqu'au sud du Groënland.

Ces formes présentent des chaînes rectilignes ou légèrement courbées dont les cornes se dirigent d'abord vers la base de la chaîne en formant avec son axe des angles variant de 25° à 45°; puis elles divergent ensuite plus ou moins en décrivant une concavité vers le sommet de la chaîne (*fig.* 1, I, II). Sous un faible grossissement elles ont donc la même appa-

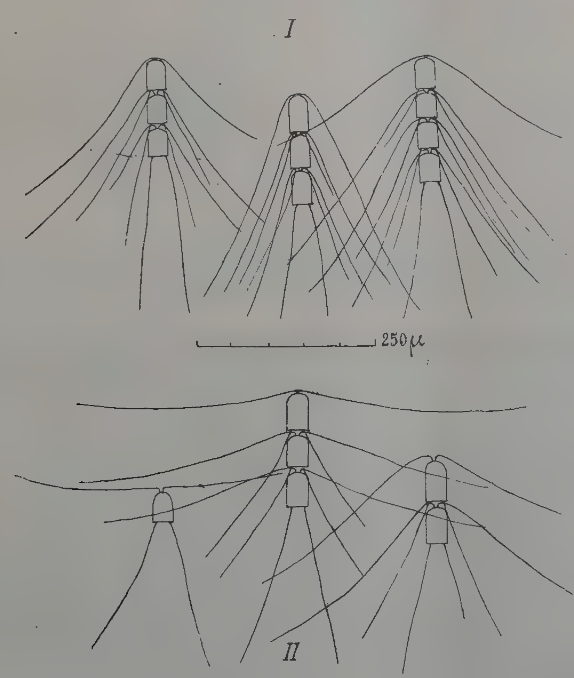


Fig. 1. — Aspect des chaînes des formes arctiques : I, *C. concavicornis* Nob. (*C. criophilus* Gran); II, variété *currens* Clève.

rence que les chaînes du *C. criophilus* antarctique et l'on conçoit qu'elles aient pu être confondues par un examen superficiel; mais l'observation des individus à un grossissement suffisant révèle de profondes différences entre les deux séries de formes.

Dans chaque individu (*fig*. 2) les deux valves sont inégales, la valve supérieure est bombée, la valve inférieure est plate. Les cornes de la valve supérieure ont un mode d'insertion figuré par les divers auteurs, mais seulement

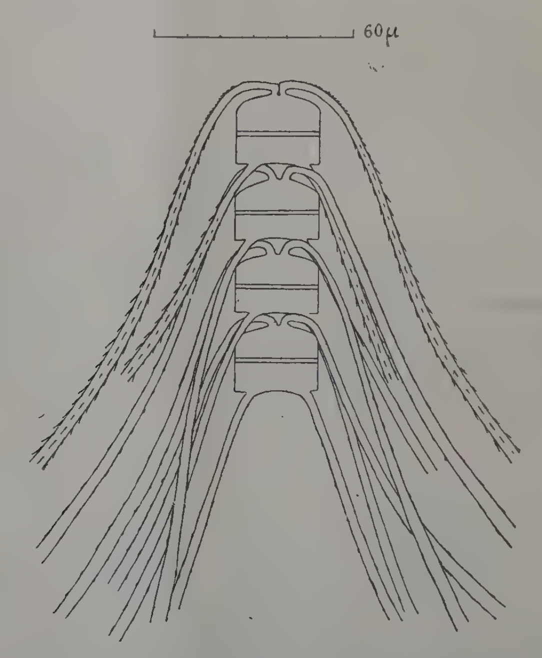


Fig. 2. — Une chaîne de *C. concavicornis* Nob. (*C. criophilus* Gran), vue parallèlement au plan sagittal.

décrit par Jörgensen. Ces cornes s'insèrent près du milieu des valves et ne sont jamais latérales; du point d'insertion, elles se dirigent parallèlement à l'axe de la chaîne en avant ou en haut, puis elles se recourbent plus ou moins brusquement en forme de crosse pour se diriger vers la base de la chaîne; elles laissent entre elles un sinus plus ou moins étroit. En outre, chez l'individu qui occupe le sommet de la chaîne, les cornes antérieures sont coalescentes à la base d'insertion et le sinus est réduit à une petite cavité ou à une fente à peine perceptible (*fig*. 3, I) toujours dilatée à sa base (*fig*. 2). La présence de cette cavité ou de cette fente est le signe de la coalescence des cornes.

Les autres individus de la chaîne ont les cornes antérieures indépendantes malgré la proximité de leur insertion.

Les cornes de la valve inférieure sont insérées assez près des bords; généralement rectilignes dès leur insertion elles prennent une direction légèrement oblique par rapport à l'axe de la chaîne, puis elles se relèvent par une courbure plus ou moins prononcée.

Comme chez le *C. criophilus* antarctique, les cornes sont d'abord minces puis s'élargissent insensiblement. L'individu qui occupe la tête de la chaîne, déjà caractérisé par la coalescence des cornes antérieures à leur base d'insertion, a ces mêmes cornes couvertes d'épines et sur le bord externe voisin de l'insertion une rangée de dents nombreuses et serrées (*fig.* 2). Les cornes des autres individus sont lisses ou présentent seulement des vestiges d'épines.

L'examen des chaînes dans un plan perpendiculaire au plan sagittal n'est pas moins caractéristique. En raison de la dilatation des racines des cornes antérieures, la valve de chaque individu qui est bombée est surmontée d'une sorte d'ampoule formée par la base dilatée des racines (*fig.* 3, II). La crosse qu'elle décrit à ce moment est située dans un plan perpendiculaire

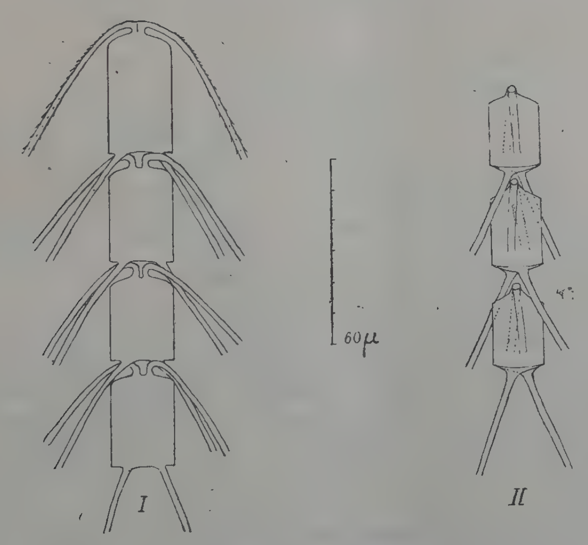


Fig. 3. — Deux chaînes de *C. concavicornis* : I, vue parallèlement au plan sagittal; II, vue perpendiculairement au plan sagittal.

au plan de la figure et l'on aperçoit à son sommet un cercle de la largeur des cornes qui représente la section droite optique de la crosse (*fig.* 3, II). Rien dans cette disposition ne rappelle le dessin de Castracane.

Dans le plan sagittal les fenêtres situées à la limite de séparation de deux individus ont un aspect spécial : élargies en avant elles se rétrécissent en arrière au niveau du sinus séparant les cornes antérieures de l'individu suivant; leur contour rappelle celui du fer d'une hachette et n'a rien de commun avec le contour lancéolé des fenêtres du *C. criophilus* antarctique.

La limite de séparation des valves n'est pas distincte sur les échantillons

frais, mais lorsqu'ils sont secs ou après le traitement des acides on aperçoit nettement une ceinture étroite, sauf chez les cellules allongées, avant la division, où elle devient large.

Enfin les *C. criophilus* arctiques sont toujours un peu plus grêles dans toutes leurs dimensions que les formes antarctiques.

En résumé, les descriptions précédentes et les dessins qui les accompagnent démontrent que la forme antarctique seule répond à la désignation de Castracane : elle constitue le véritable *C. criophilus*.

La forme arctique en diffère essentiellement par le mode d'insertion des cornes et constitue une espèce toute différente, très voisine du *C. Peruvianus* avec lequel elle a été souvent confondue, car elle s'en distingue seulement par les caractères secondaires de l'orientation et de la structure des cornes. Le nom de *C. criophilus* doit donc disparaître de la flore planctonique de l'hémisphère nord. Pour éviter les confusions, je désignerai les formes qu'on y rapportait indûment sous le nom de *C. concavicornis* Nob., de manière à rappeler que les cornes décrivent une courbure dont la concavité est dirigée du côté du sommet de la chaîne.

Le *C. concavicornis* Nob. aura pour synonymes *C. criophilus* Gran non Castr.; *C. criophilus* Jörg. non Castr.; *C. Peruvianus* Vanhöffen; *C. Brightwellii* Gran; *C. borealis* var. *Brightwellii* Clève.

Le vrai *C. criophilus* Castr. est une espèce strictement cantonnée dans les mers antarctiques, elle n'a aucun représentant dans les mers arctiques ou leurs tributaires. Elle est remarquable par la grande constance de ses caractères dans les régions plus éloignées où elle a été récoltée.

Avec le *Corethron Valdiviæ*, l'*Eucampia antarctica*, le *Melosira Sol*, le *Biddulphia striata*, le *C. Schimperianus*, etc., le *C. criophilus* Castr. est une des importantes caractéristiques de la flore planctonique de l'Antarctique.

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la valeur absolue de l'entropie et de l'énergie.* Note [1] de M. E. **Ariès**.

Nous nous proposons de montrer aujourd'hui combien était justifié le choix que nous avons fait, dans une de nos précédentes Communications,

---

[1] Séance du 7 mai 1917.

d'un état initial, commun à tous les corps, et à partir duquel nous estimions qu'il convenait de mesurer leur entropie ainsi que leur énergie. Rappelons que, pour chaque corps, cet état est défini par les conditions suivantes : le corps est au zéro de la température absolue, il se trouve condensé à l'état de saturation et ne supporte aucune pression. Toute augmentation finie de volume qu'on lui impose, à température constante, n'a d'autre résultat que de lui faire émettre, à tensions fixes ($T = 0$, $p = 0$), une quantité de vapeur inappréciable et échappant à toute mesure, en sorte que son entropie et son énergie resteront nulles (¹).

Toute diminution de son volume, obtenue par l'effet d'une compression à température constante, fait croître sa pression et son énergie, d'abord nulles et qui deviendront positives, mais son entropie restera nulle, ainsi que nous l'avons démontré dans une autre de nos Communications (²). En résumé, un corps, pris au zéro de la température absolue, a une entropie nulle et une énergie nulle ou positive, quelle que soit la pression qu'il supporte, et quel que soit le volume qu'il occupe.

Désignons par v le volume ainsi occupé par le corps à cette température limite du zéro absolu. Faisons-lui subir, *à volume constant*, une succession d'accroissements de température dT, de manière à l'amener à un état quelconque déterminé par son volume primitif v et par la température T qu'il finira par acquérir. Comme il arrive souvent, l'application à ces transformations élémentaires de l'une des lois si fécondes du déplacement de l'équilibre, va nous cenduire à des conclusions assez remarquables.

La loi dont il s'agit nous apprend que chacune de ces transformations s'opérant à volume constant avec une variation positive dT de la température, donnera lieu à une augmentation de l'entropie, le produit $dS\,dT$ devant être nécessairement positif (³). Il en résulte que l'entropie S d'un corps, pris dans un état quelconque défini par son volume et par sa température (v, T), est une quantité positive, sauf au zéro de la température absolue, cas pour lequel cette entropie s'annule.

Dans chacune des transformations élémentaires envisagées, on a pour la variation d'énergie dU la formule classique

$$dU = T\,dS - p\,dv$$

et, puisque $dv = 0$,

$$dU = T\,dS.$$

(¹) *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 343.
(²) *Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 593.
(³) E. Ariès, *Chimie physique élémentaire*, t. 1, 1914, p. 24.

dS étant positif, d'après ce qui précède, il en sera de même pour dU. Chaque élévation élémentaire dT de la température donnera lieu à une augmentation de l'énergie; et comme le corps part de la température zéro avec une énergie nulle ou positive, il arrivera nécessairement à la température T et sous le volume v, c'est-à-dire à un état quelconque, avec une énergie positive.

Ces deux importantes conséquences des principes fondamentaux de la Thermodynamique viennent jeter une assez vive lumière sur les notions depuis si longtemps entrevues de *la valeur absolue de l'entropie* et de *la valeur absolue de l'énergie*. Nous venons de voir que l'entropie et l'énergie d'un corps ne peuvent jamais descendre au-dessous de la valeur qu'elles ont à l'état initial que nous avons choisi et défini : cela peut-il signifier autre chose, sinon que l'entropie et l'énergie de ce corps sont des quantités parfaitement déterminées, généralement positives, jamais négatives, et qui sont à mesurer à partir de cet état initial.

Les conditions dans lesquelles l'entropie et l'énergie s'annulent ne doivent pas nous surprendre; elles paraissent assez rationnelles. Un corps maintenu à la température limite du zéro absolu, quelle que soit la pression qu'il supporte, ne peut avoir aucune tendance à transmettre de la chaleur au milieu environnant, qui est au moins à la même température; son entropie, ne pouvant subir aucune diminution, est à considérer comme nulle. Si, en outre, ce corps ne supporte aucune pression, il ne possède aucune force expansive, aucune capacité de travail; ne pouvant céder de l'énergie ni sous forme de chaleur, ni sous forme de travail, son énergie est à considérer comme nulle.

PRÉSENTATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la désignation d'un candidat qui sera présenté à M. le Ministre des Finances pour une place d'Essayeur vacante à l'*Administration des Monnaies*.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 34,

M. **Billon** obtient . . . . 34 suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de

deux candidats qui devra être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts pour la place vacante, au *Bureau des Longitudes*, par le décès de M. le général *Bassot*.

Au premier tour de scrutin, destiné à l'élection du candidat de première ligne, le nombre de votants étant 45,

M. Ch. Lallemand	obtient.	39 suffrages
M. Edouard Perrin	»	6 »

Au second tour de scrutin, destiné à l'élection du candidat de seconde ligne, le nombre de votants étant 38,

M. Edouard Perrin	obtient	32 suffrages
M. P. Appell	»	5 »
M. J. Violle	»	1 suffrage

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne	M. **Ch. Lallemand**
En seconde ligne.	M. **Edouard Perrin**

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui devra être présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts pour la place vacante, au *Bureau des Longitudes*, par le décès de M. *G. Darboux*.

Au premier tour de scrutin, destiné à l'élection du candidat de première ligne, le nombre de votants étant 36,

M. P. Appell	obtient.	28 suffrages
M. J. Violle	»	8 »

Au second tour de scrutin, destiné à l'élection du candidat de seconde ligne, le nombre de votants étant 33,

M. J. Violle	obtient.	28 suffrages
M. J. Hadamard	»	2 »
M. P. Appell	»	1 suffrage
M. P. Villard	»	1 »

Il y a un bulletin blanc.

En conséquence, la liste présentée à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne . . . . M. **P. Appell**
En seconde ligne. . . . . M. **J. Violle**

COMMISSIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection de trois Membres de la *Commission du Fonds Bonaparte,* en remplacement de M. *G. Darboux,* décédé, et de MM. *J. Violle* et *A. Haller,* non rééligibles. Deux de ces Membres devront être choisis dans la Division des Sciences mathématiques et le troisième dans la Division des Sciences physiques.

MM. **Émile Picard** et **Ch. Lallemand**, pour la Division des Sciences mathématiques; M. **E.-L. Bouvier**, pour la Division des Sciences physiques, réunissent la majorité absolue des suffrages.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Science française et scolastique allemande, par le Dr G. Papillault.

MM. **R. Bourgeois, Ch. Doyère** prient l'Académie de vouloir bien les compter au nombre des candidats à l'une des places vacantes dans la Section de *Géographie et Navigation*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la sommation des séries ultrasphériques.* Note (1) de M. **Erwand Kogbetliantz**, présentée par M. Appell.

Je demande la permission d'ajouter à ma Note du 23 avril 1917 (t. 164, p. 626) quelques remarques qui, je l'espère, paraîtront dignes d'attention. Je continue les notations et les désignations de la Note précédente.

(1) Séance du 7 mai 1917.

On établit, en se servant de la formule approximative pour $\varphi_n^{\lambda}(\cos\theta)$, le résultat fondamental que voici :

$R_n^{(\delta,\lambda)}(x)$ *pour* $-1+\varepsilon \leqq x \leqq 1-\varepsilon$ $(\varepsilon > 0)$ *sont toutes uniformément bornées, si* $\delta > 0$.

Ce résultat et les inégalités

$$|S_n^{(\delta,\lambda)}(x, t)| < \frac{C_6}{(n+1)^{\delta}\,|x-t|^{\delta+1}\left[\sqrt{(1-x^2)(1-t^2)}\right]^{\lambda}},$$

$$|S_n^{(\delta,\lambda)}(x, t)| < \frac{C_7\,(n+1)^{\lambda-\delta}}{|x-t|^{\delta+1}\left(\sqrt{1-x^2}\right)^{\lambda}} + \frac{C_8}{(n+1)\,|x-t|^{2+2\lambda}}$$

permettent de démontrer le théorème suivant :

THÉORÈME C. — *La série* (I) *est sommable* $(C, 0 < \delta < 2\lambda)$ *avec la somme* $f(x)$ *en tout point intérieur* $-1 < x < +1$ *de continuité de* $f(x)$, *si les fonctions* $(1-x^2)^{\lambda-\frac{1}{2}}|f(x)|$ *et* $(1-x^2)^{\frac{\lambda+\delta-1}{2}}|f(x)|$ *sont intégrables dans l'intervalle* $(-1, +1)$; *la sommabilité est uniforme dans l'intervalle intérieur à l'intervalle* $(-1, +1)$ *et compris dans l'intervalle de continuité de* $f(x)$.

Les fonctions $2^{\omega}(1-x)^{-\omega}$ et $2^{\omega-1}[(1-x)^{-\omega}+(1+x)^{-\omega}]$ nous fournissent des exemples qui illustrent les théorèmes B et C; on voit sans peine que la première pour $2\omega \geqq \lambda+1$ ne remplit pas la condition (c') au point $x=-1$ et sa série (I)

$$\frac{2^{\omega}}{(1-x)^{\omega}} \sim \frac{2^{2\lambda}\,\Gamma(\lambda)}{\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)\Gamma(\omega)}\,\Gamma\left(\lambda-\omega+\frac{1}{2}\right)\sum_{n=0}^{\infty}\frac{(n+\lambda)\,\Gamma(n+\omega)}{\Gamma(n+1+2\lambda-\omega)}\,\varphi_n^{(\lambda)}(x) \qquad \left(\omega < \lambda+\frac{1}{2}\right)$$

pour $2\omega \geqq 1+\delta$ n'est pas sommable $(C, \lambda < \delta < 2\lambda)$ au point de continuité de la fonction développée $x=-1$; de même, si l'on a soin de choisir $2\omega \geqq \lambda+\delta+1$ pour chaque valeur de $\delta < \lambda$, la fonction

$$2^{\omega-1}[(1-x)^{-\omega}+(1+x)^{-\omega}]$$

ne satisfait pas à la condition d'intégrabilité dans $(-1, +1)$ de $(1-x^2)^{\frac{\lambda+\delta-1}{2}}|f(x)|$ et sa série (I) n'est sommable (C, δ) dans le cas de $\delta < \lambda$ en aucun point intérieur $-1 < x < +1$, tout en l'étant pour $\delta > \lambda$.

Ainsi le problème de sommation des séries ultrasphériques par la

méthode des moyennes arithmétiques, posé en 1911 par M. N. Nielsen [1], est complètement résolu.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théorèmes arithmétiques sur l'intégrale de Cauchy*. Note de M. **Michel Pétrovitch**, présentée par M. Hadamard.

Soit $f(z)$ une fonction analytique, holomorphe à l'intérieur d'une circonférence C de rayon R ayant le point $z=a$ comme centre. Considérons l'intégrale

$$\text{(1)} \qquad I_n = \frac{1}{2\pi i}\int \frac{f(z)}{(z-a)^{n+1}}\,dz,$$

prise le long d'un contour fermé compris à l'intérieur de C.

Chaque fois que I_n *a pour* $n=1, 2, 3, \ldots$, *des valeurs entières réelles* [2], *on peut les déterminer toutes à la fois par des considérations arithmétiques simples à l'aide de la valeur connue d'une certaine expression numérique attachée à la fonction* $f(z)$.

Pour le faire voir, remarquons que l'on a

$$\text{(2)} \qquad f(a+z)-f(a) = I_1 z + I_2 z^2 + I_3 z^3 + \ldots$$

et que par suite on aura le résultat suivant découlant de ce qui a été trouvé dans une Note précédente [3] :

Formons l'intégrale définie

$$\text{(3)} \qquad W(r, q, \alpha, \beta) = \frac{1}{2\pi}\int_0^{2\pi} [f(a+re^{ti})-f(a)]\,\chi(e^{-ti})\,dt$$

qui n'est autre que l'intégrale $V(r, q, \alpha, \beta)$ de la Note précédente après y avoir remplacé sous le signe de somme

$$f(re^{ti})-f(0) \quad \text{par} \quad f(a+re^{ti})-f(a),$$

la fonction $\chi(z)$ et les quatre constantes r, q, α, β étant les mêmes que dans $V(r, q, \alpha, \beta)$, la constante h (à l'aide de laquelle se déterminent α

---

[1] N. Nielsen, *Théorie des fonctions métasphériques*, Préface, p. vii. Paris, 1911.

[2] Les considérations qui suivent s'étendent au cas des I_n entiers complexes.

[3] *Sur quelques expressions numériques remarquables. Comptes rendus*, t. 164, 1917, p. 716.

et β) étant un nombre positif, fini et fixe, satisfaisant à la condition

$$\text{val. abs. } I_n < 10^{hn} \tag{4}$$

dont l'existence est assurée par la convergence même de la série (2).

Désignons, comme dans la Note citée, comme *valeur arithmétique complétée* de I_n la suite de chiffres composant I_n précédée d'un nombre de zéros égal à la différence entre hn et le nombre effectif de chiffres de I_n.

L'intégrale $W(r, q, \alpha, \beta)$ *aura pour valeur numérique zéro suivi, comme partie entière, de la partie décimale qu'on formera en rangeant bout à bout les valeurs arithmétiques complétées de la suite des* I_n (¹).

Désignons par H_k l'entier composé du groupe de décimales de W commençant par le premier chiffre significatif qui suit la $\frac{k(k-1)}{2}h^{\text{ième}}$ et finit par la $\frac{k(k+1)}{2}h^{\text{ième}}$ décimale.

Chaque fois que l'intégrale I_n *a pour* $n = 1, 2, 3, \ldots$ *des valeurs égales à des nombres entiers réels, la valeur absolue d'une intégrale quelconque* I_n *coïncide avec l'entier* H_k *de même rang.*

Ainsi la fonction $f(z)$ étant exprimée par exemple en termes finis, ou bien donnée par une intégrale définie simple ou multiple, ou bien comme intégrale d'une équation différentielle, etc., *il suffit de calculer la valeur suffisamment approchée de la seule expression numérique* W *pour avoir du même coup, et sans aucun calcul supplémentaire, les valeurs exactes d'autant d'intégrales* $I_1, I_2, I_3, \ldots$ *qu'on voudra.*

L'intégrale W peut d'ailleurs être remplacée par diverses autres qui lui sont équivalentes. Dans certains cas elle peut même être remplacée par des expressions formées à l'aide de la fonction $f(z)$ par des opérations arithmétiques élémentaires, jouissant de la propriété remarquable qui se rattache à l'expression W dans le cas général. Formons, par exemple, l'expression

$$f(a + 10^{-N}) - f(a) - \frac{M}{10^N - 1} \tag{5}$$

où M et N sont deux entiers positifs.

Chaque fois que l'intégrale I_n *a pour* $n = 1, 2, 3, \ldots$ *des valeurs égales à des nombres entiers compris entre deux nombres positifs fixes, il existera deux*

(¹) Voir la Note citée.

entiers positifs fixes tels que la valeur numérique d'une intégrale quelconque I_k *coïncidera avec l'entier* $M + L_k$, *le nombre* L_k *étant l'entier composé du groupe de décimales de* (5) *commençant par le premier chiffre significatif qui suit la* $(k-1)N^{ième}$ *et finissant par la* $kN^{ième}$ *décimale de cette expression.*

Lorsque l'intégrale I_n a pour $n = 1, 2, 3, \ldots$ des valeurs égales à des entiers positifs à un seul chiffre, *une intégrale quelconque* I_k *coïncidera avec la* $k^{ième}$ *décimale de l'expression numérique*

$$f(a+0{,}1) - f(a).$$

Dans ce cas, toutes les fois que $f(z)$ est une fonction *rationnelle* de z, les valeurs numériques des I_n se reproduisent *périodiquement* à partir d'un rang n fini. S'il n'en est pas ainsi, la fonction $f(z)$ ne saurait être *méromorphe*, ni rationnelle ni transcendante.

ASTRONOMIE. — *Observations de comètes faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Lyon.* Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. B. Baillaud.

Comparaisons et positions de la comète.

Dates. 1917.	Temps moyen de Lyon.	☄ – ★. Δα.	Δδ.	Nombre de compar.	α apparente.	Log. fact. parall.	δ apparente.	Log. fact. parall.	★.
			I. Comète Wolf (1916 *b*).						
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Avril 26..	15.50.39	−0. 1,85	− 0.17,6	4: 4	20.21.37,72	−9,360	11.14.27,4	+0,711	*a*
» 27..	13.56.14	−0. 6,72	− 1.11,2	8: 8	20.23.52,60	−9,566	11.30. 0,5	+0,745	*e*
» 28..	14. 9. 0	−0. 6,16	+ 1.13,8	10:10	20.26.20,35	−9,551	11.47. 1,7	+0,738	*d*
Mai 2..	14.24.24	+0.11,41	+ 2.17,4	8: 8	20.36. 8,68	−9,528	12.54.27,4	+0,708	*e*
			II. Comète Schaumasse.						
Avril 27..	15.35.43	−0.50,43	+ 0. 5,9	10:10	23. 7.20,29	−9,611	11.24. 3,1	+0,769	A
» 28..	15.28.39	+0.28,24	− 0.43,8	10:10	23. 8.17	−9,614	11.59.39	+0,769	B
Mai 2..	15.28.35	−0.23,36	+ 1.52,3	10:10	23.13. 3,09	−9,614	14.49.26,2	+0,754	C

Remarques. — I. De teinte bleuâtre, la comète, le 26, a une queue d'environ 3′ orientée vers l'Ouest-Sud-Ouest; éclat 10,5. Les jours suivants, l'éclat diminue graduellement; le 2 mai, il est d'environ 11,5 et l'allongement caudal est à peine sensible.

II. L'aspect de la nouvelle comète, le 27, est celui d'une nébuleuse circulaire, de teinte jaunâtre, avec une condensation centrale. Pas de changement appréciable aux observations suivantes.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1917,0.

★.	Désignation.	α moyenne.	Réduction au jour.	δ moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a.......	Anon. 10e	20.21.37,72	+1,85	11.14.50,0	— 5,0	Rapportée à *b*
b.......	BD + 11,4273	20.24.29,57		11.26.39,7		AG. Leipzig, 7941
c.......	Anon. 10e	20.23.57,46	+1,86	11.31.16,5	— 4,8	Rapportée à *b*
d.......	+ 11,4286	20.26.24,64	+1,87	11.47. 1,7	— 4,7	BB IV + 11,4286
e.......	+ 12,4418	20.35.55,34	+1,93	12.52.14,0	— 4,0	AG. Leipzig, 8066
A.......	BD + 11,4951	23. 8. 9,66	+1,06	11.23.54,9	+ 2,3	AG. Leipzig, 9228
B.......	+ 11,4949	23. 7.48	+1,08	12. 0.21	+ 2,3	BD + 11,4949
C.......	Anon. 9,5	23.13.25,31	+1,14	14.47.31,8	+ 2,1	Rapportée à D
D.......	+ 14,4953	23.10.24,43		14.45.33,8		AG. Leipzig, 9253

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude expérimentale du refroidissement de divers métaux par immersion dans l'eau.* Note (1) de MM. **Garvin** et **Portevin**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Le but de ces expériences était d'obtenir les courbes températures-temps correspondant au refroidissement d'échantillons cylindriques homothétiques, de diamètre d variant entre 8mm et 20mm et de longueur $l = 3d$, constitués en métaux différents et trempés à température élevée dans un courant d'eau.

Le mode opératoire consistait à enregistrer photographiquement les déplacements du spot d'un galvanomètre spécial, relié à un couple thermo-électrique ayant sa soudure au centre de l'échantillon.

Nous nous sommes attachés particulièrement à la réalisation des divers desiderata expérimentaux suivants qui avaient déjà été signalés notamment par M. Henry Le Chatelier (2) et réalisés en grande partie par lui et M. Carl Benedicks (3):

1° Il faut employer un galvanomètre à période d'oscillation très courte et convenablement amorti;

2° La résistance du circuit doit être suffisamment élevée pour qu'on puisse négliger les variations de résistance du couple;

---

(1) Séance du 7 mai 1917.

(2) *Rev. Mét.*, t. 1, 1904, p. 475.

(3) *Journ. Iron Steel. Inst.*, n° 2, 1908, p. 153.

3° Le couple employé et son isolement doivent présenter une inertie thermique aussi faible que possible;

4° Il est indispensable d'assurer un contact positif et toujours identique de la soudure avec l'échantillon : ce point très important n'a pas attiré l'attention de M. Carl Benedicks;

5° Il doit y avoir étanchéité convenable au raccordement de l'échantillon et de son support.

Ces conditions ont été réalisées comme suit :

1° Le galvanomètre employé se compose d'un cadre très léger se mouvant dans le champ magnétique d'un électro-aimant. Le cadre, en dehors du champ, fait 10 oscillations doubles par seconde. En service, il est complètement apériodique.

2° Le couple et le galvanomètre étaient disposés en série avec une boîte de résistances. La résistance de l'ensemble était le plus souvent voisine de 340 ohms.

3° Le couple platine-platine rhodié employé ($d = 0,1^{mm}$) constituait, avec son isolement en tube de quartz ($d = 0,6^{mm}$), une aiguille thermo-électrique descendant dans un trou de $2,5^{mm}$ percé dans les échantillons jusqu'en leur centre. Un élévateur à crémaillère en permettait une manœuvre sûre et rapide.

La soudure était faite en fondant au chalumeau l'extrémité des deux fils accolés et sectionnant par le milieu la petite perle obtenue.

4° Le couple reposait sur le fond de l'échantillon par son propre poids, ce qui assurait un contact permanent et toujours identique, qui était vérifié pendant le chauffage et après la trempe en observant au galvanomètre la perte ohmique produite dans l'un des fils du couple par le courant d'une pile de grande résistance intérieure reliée à ce fil et au porte-échantillon. La cavité de l'échantillon était soigneusement débarrassée de toute impureté.

5° Les échantillons étant vissés au porte-échantillon (en acier à 30 pour 100 de nickel) muni d'un épaulement, il a suffi d'interposer de petites rondelles d'amiante entre les deux surfaces en contact pour assurer un joint étanche.

Les circonstances ne nous permettaient pas d'avoir un matériel perfectionné et nous obligeaient à opérer dans le minimum de temps; nous avions dû nous organiser pour que la succession des mouvements soit parfaitement déterminée à l'avance; les expériences devenaient donc presque automatiques, d'où réduction au minimum des pertes de temps, des accidents et de l'influence de l'équation personnelle des opérateurs.

Dans le dispositif de traitement thermique, l'échantillon reste fixe et les appareils de chauffage et de trempe se déplacent, ce qui est très avantageux pour la mesure des températures. La trempe était effectuée par courant d'eau ascendant débitant $0^{l},1$ par seconde.

Pour l'enregistrement, les dispositifs électriques groupés sur une même table

permettaient : de lire la température atteinte par l'échantillon, de vérifier l'état du contact du couple, de mettre en mouvement le cylindre enregistreur, et de déclancher un pendule battant les 0,4 seconde qui donnait sur la courbe une graduation en temps.

Enfin, un système de signaux, pour la plupart automatiques, assurait la liaison des deux opérateurs et commandait leurs mouvements.

Les métaux utilisés ont été : l'argent vierge, l'aluminium, le nickel et un acier à 30 pour 100 de nickel. Les expériences ont été faites au moins deux fois sur échantillons neufs ou remis à neuf.

La concordance des courbes obtenues, qui devrait être parfaite, est généralement satisfaisante pour les échantillons qui doivent se refroidir le moins vite. Pour les autres, les courbes sont souvent assez différentes. Cela tient sans doute non pas tant aux erreurs instrumentales qu'à l'importance relative des conditions de surface. Les courbes présentent un point d'inflexion correspondant au début de la trempe : les remarques suivantes ne concernent que la portion postérieure à ce point.

Il ne nous semble pas possible de représenter ces courbes avec quelque exactitude par une formule mathématique comme celle tirée des travaux de Fourier par M. Mac Cance [1]. Si cela était, la température θ à l'instant t serait donnée par une équation de la forme

$$\theta = F\left(\frac{t}{\lambda}\right),$$

λ dépendant du diamètre et du métal de l'échantillon; les courbes ne devraient différer que par l'échelle des abscisses : cela n'est vérifié sensiblement que pour des échantillons de diamètres voisins, s'ils sont d'un même métal, et pour ceux de propriétés physiques voisines s'ils sont de deux métaux différents.

Les courbes tracées par réduction d'abscisses, en prenant comme terme de comparaison les échantillons qui se refroidissent le plus lentement, descendent plus rapidement que les courbes expérimentales.

La vitesse de refroidissement augmente légèrement quand on élève la température de trempe comme cela avait déjà été signalé par M. Le Chatelier.

En résumé, il convient d'utiliser non pas les formules établies d'après la théorie analytique de la chaleur, mais bien des courbes établies expérimentalement; ces courbes seront publiées d'autre part. Les comparaisons

(1) *Journ. Iron Steel Inst.*, t. 89, 1914, p. 192.

faites pour mettre en évidence les anomalies thermiques au cours du refroidissement rapide de certains métaux ou alliages doivent tenir compte des remarques précédentes.

GÉOLOGIE. — *Sur les brèches d'âge crétacé des environs d'Hendaye.* Note [1] de M. **Jacques de Lapparent**, présentée par M. H. Douvillé.

Depuis la pointe Sainte-Anne (au nord du domaine d'Abbadia) jusqu'à Behobie (sur la Bidassoa), on peut suivre avec facilité la série des sédiments crétacés dont est constitué le pays avoisinant Hendaye.

C'est M. Stuart-Menteath qui le premier [2] l'a signalée à l'attention et a montré l'intérêt qu'on pouvait tirer de l'étude de cette région dont les horizons géologiques vont du *Danien* au *Turonien* ou *Cénomanien*.

On voit à la pointe Sainte-Anne les horizons les plus élevés, et à Béhobie on trouve les couches inférieures du *flysch*. Partant donc de ce dernier point et nous dirigeant vers la mer, nous rencontrons trois masses successives de terrain qui contiennent toutes trois des termes bréchiques dont je voudrais préciser les caractères et indiquer les variations.

La première masse, dont la couleur est gris noirâtre, comprend des calcaires, souvent associés à des silex rubanés, des schistes, des calcaires schisteux et des poudingues.

L'étude micrographique montre qu'une grande quantité des calcaires est constituée par un gravier dont les grains sont cimentés par de la calcite largement cristallisée.

Les grains de ce gravier sont formés des restes d'un calcaire riche en *Miliolidés* et en débris de *Lithothamnium*, de morceaux arrondis de coquilles de mollusques, associés à des grains de quartz et à des morceaux de schistes noirs charbonneux.

Le grain devenant plus grossier, le gravier passe au poudingue : celui-ci, que les carriers basques appellent *Ikatzaria* (charbon-pierre), contient souvent de gros galets empruntés les uns aux sédiments plus anciens, d'autres à des calcaires contemporains dont on retrouve les bancs au-dessus et au-dessous.

---

(1) Séance du 7 mai 1917.

(2) P.-W. Stuart-Menteath, *Sur les lignes géologiques des environs de l'Observatoire d'Abbadia* (*Basses-Pyrénées*) (*Comptes rendus*, t. **118**, 1894, p. 1363).

P.-W. Stuart-Menteath, *Comptes rendus sommaires de la Société géologique*, 7 mai 1894.

Comme d'une part les petits bancs de ces derniers sont parfois fragmentés sur place, devenant ainsi éléments de poudingue ou de gravier, et que d'autre part on peut trouver au sein de calcaires cristallins peu ou pas graveleux toute la faune des calcaires à *Miliolidés* avec des coquilles indépendantes de toute gangue préexistante, on peut conclure à la quasi-contemporanéité de cette faune et de l'époque de dépôt des calcaires graveleux, à une rapide consolidation de ces sédiments et à l'immédiate dislocation de quelques-uns d'entre eux.

Certains de ces graviers sont plus bréchiques que les autres. Dans ce cas, à côté de la faune des calcaires à *Miliolidés* et des fragments de *Lithothamnium*, apparaissent des individus d'une autre faune, caractérisée en particulier par la présence d'*Orbulines*, de *Globigérines* et de la *Rosalina Linnei*.

Ces termes bréchiques se sont donc formés plus loin du rivage que les graviers. Ils ont un grain relativement fin et affectent l'allure de roches rubanées.

La couleur de la deuxième masse est généralement grise. On en suit très bien la succession des assises en allant par les grèves vers Hendaye-plage à partir du moulin de Haicebea.

Dans cette série les roches rubanées prennent un développement très important. Il en est dont le grain est particulièrement fin et qui souvent contiennent des dalles de silex; elles sont en général peu bréchiques. Les autres, dont le grain est plus grossier et qui sont des calcaires bréchiques à *Rosalina Linnei* passent aux véritables brèches.

Celles-ci, encore à petits éléments, sont principalement formées de morceaux de schistes noirs ou verts associés à des débris de calcaires à *Miliolidés*. Leur ciment est un calcaire schisteux gris essentiellement caractérisé par de petites *Orbulines*, de petites *Fissurines* et des spicules d'éponges monoaxes calcifiés. Leur position par rapport aux autres roches est intéressante :

Elles reposent toujours sur un schiste ou sur un calcaire schisteux et sont toujours surmontées par celles des roches rubanées qui sont des calcaires à Rosalines.

Ici donc le ciment de la brèche est identique aux roches immédiatement sous-jacentes; mais si l'on se dirige vers l'Ouest et qu'on atteigne la troisième masse dont la couleur est rosée ou verdâtre, on constate que si la position des brèches est toujours la même relativement aux différents types des roches, ce sont toutefois les matériaux des calcaires à *Rosalines* qui servent

de ciment. Cependant il est des brèches dont la base possède un ciment schisteux et le sommet un ciment de calcaires à *Rosalines*.

Un peu avant la baie de Loya les brèches deviennent des entités d'une importance considérable. Elles contiennent des blocs de plusieurs mètres cubes de quartzites roses ou verts, et d'autres blocs de fort volume constitués par des schistes verts ou lie de vin et des calcaires à *Miliolidés*.

Dans certains cas la brèche est due au remaniement d'un large banc calcaire qui forme lui aussi d'énormes blocs arrondis associés à des galets de la même roche et aux autres éléments détritiques.

On trouve près de ces brèches des zones schisteuses contenant des lentilles de calcaires dont l'ensemble forme un complexe qui à son sommet se charge d'éléments détritiques et devient bréchique. *A ce point les lentilles de calcaires sont souvent très fortement contournées ainsi que les schistes qui les enveloppent, mais au sommet de la formation le calcaire à Rosalines qui toujours surmonte l'ensemble bréchique n'épouse aucun de ces contournements.* Son allure est toute tranquille : il ne possède aucune autre ondulation que celle de grande courbure qui affecte l'ensemble de tous les sédiments au lieu considéré. Les Foraminifères que contiennent les lentilles de calcaires contournées ne sont ni étirés, ni brisés; ce qui joint aux premiers faits indiqués conduit à penser que le plissement s'est accompli alors que les dépôts étaient encore plastiques, avant que le niveau supérieur ne se soit formé. En d'autres termes le plissement intense de ces zones bréchiques schisteuses a immédiatement suivi l'époque de leur dépôt.

Les brèches se rencontrent dans la masse des terrains roses et verdâtres jusqu'à ce que ceux-ci passent à des schistes noirs. Immédiatement au-dessus de ces derniers (îlot de la baie de Loya) il existe une dernière brèche formée de grosses amandes d'un calcaire à silex dont on voit le passage aux bancs en place à la carrière du Parc des Sports d'Hendaye-plage.

A partir de ce niveau qui peut être considéré avec certitude comme appartenant au Sénonien supérieur, il n'y a plus de brèches. C'est bientôt au-dessus qu'on trouve la zone classique à *Stegaster*, surmontée par des calcaires schisteux qui supportent eux-mêmes les calcaires daniens.

ENTOMOLOGIE. — *Sur quelques points d'anatomie de la Tordeuse du Chêne* (*Tortrix viridana* L.). Note (¹) de M. L. Bordas, présentée par M. Edmond Perrier.

La Tordeuse du Chêne (*Tortrix viridana* L.), qui a occasionné de si grands ravages, en 1915 et 1916, dans nos forêts de l'Ouest, fait son apparition en mai, au moment du développement de l'appareil foliaire.

Elle s'attaque tout d'abord aux bourgeons à fleurs, puis aux feuilles dont elle ronge les parties parenchymateuses.

Les feuilles rongées ne repoussent pas et les arbres meurent environ trois ans après l'attaque des Chenilles. Le bois est à peine bon pour le chauffage.

Vers la fin de la période larvaire, les *Tortrix* roulent les feuilles de diverses façons. Souvent même, elles agglomèrent plusieurs feuilles, se construisent ainsi, à l'aide d'abondants filaments de soie produits par un système de glandes séricigènes relativement très développé, de véritables nids leur servant de retraite et d'abri, et dans lesquels elles se métamorphosent en chrysalides.

L'*appareil digestif* (²) est à peu près rectiligne, sans sinuosités et de longueur sensiblement égale à celle du corps de la larve.

L'*intestin antérieur* est étroit, court et à parois internes plissées. Sa cavité se continue, presque sans ligne de démarcation, avec celle de l'*intestin moyen*. Ce dernier est un tube à peu près régulièrement cylindrique, d'un diamètre triple de celui du précédent. Il occupe la presque totalité de la cavité générale de la Chenille. Ses parois sont régulières, lisses et reçoivent de nombreux tubes trachéens qui se ramifient à sa surface en une multitude de petits ramuscules de plus en plus ténus.

L'entrée de l'*intestin postérieur* est marquée par la présence d'une valvule annulaire en forme de diaphragme à plan perpendiculaire à l'axe de l'organe et à bord irrégulier et frangé.

Le contenu intestinal est formé en presque totalité par des débris de feuilles, non encore complètement digérés.

L'*intestin terminal* est court et comprend une partie antérieure cylindique

---

(¹) Séance du 7 mai 1917.

(²) Comparer avec l'appareil digestif et les tubes de Malpighi des Lépidoptères décrits par L. Bordas dans les *Annales des Sciences naturelles : Zoologie*, 9ᵉ série, 1911.

et un renflement rectal postérieur. Il reçoit, un peu en arrière de la valvule intestinale, les deux conduits terminaux des tubes de Malpighi, dont les deux orifices sont situés aux deux extrémités d'un même diamètre. Ces tubes forment deux faisceaux de chaque côté de l'appareil digestif.

Pendant la première période de la vie larvaire, les *glandes séricigènes* et les *glandes mandibulaires* présentent un développement en rapport direct avec l'artroste physiologique de la Chenille. Les glandes séricigènes secrètent les filaments soyeux dont se sert la Tordeuse pour édifier son nid, fabriquer son cocon et se suspendre même aux feuilles des arbres. Quant aux glandes mandibulaires elles paraissent concourir de façon efficace à la digestion du parenchyme foliaire.

Les *glandes séricigènes* de *Tortrix viridana,* complètement étalées, atteignent parfois une longueur double de celle du corps de la Chenille. Elles sont appliquées contre les parois latérales de la cavité du corps, sous l'intestin, et comprennent trois parties, fort distinctes au point de vue histologique, mais peu différenciées morphologiquement les unes des autres, à savoir : une région sécrétrice, un réservoir collecteur et un canal efférent.

La portion glandulaire de l'organe est très sinueuse et uniformément cylindrique ; sa partie médiane s'élargit et contient le réservoir collecteur qui se continue par les conduits efférents. Ces derniers, toujours sinueux, passent sous l'œsophage, contournent les ganglions sous-œsophagiens et se fusionnent enfin en un canal impair, très court, qui va aboutir à la base de la filière.

Avant de se réunir, les deux canaux excréteurs traversent un massif glandulaire, formé d'un groupe d'*acini* dont l'ensemble constitue les glandes accessoires ou de Lyonnet, qui sont les homologues des glandes de Filippi de la Chenille du Ver à soie.

Les *glandes mandibulaires* de la Tordeuse du Chêne ont la forme de deux longs tubes cylindriques à surface externe lisse, sauf à la partie antérieure où l'on observe quelques bosselures. Complètement étalées, elles atteignent la longueur du corps de la Chenille comme chez les autres espèces phytophages et chez celles qui se nourrissent de fruits (pommes, poires, glands, noix, etc.). On ne constate, sur tout leur trajet, aucune dilatation servant de réservoir collecteur. Dans la région céphalique, chaque organe se rapproche du muscle adducteur mandibulaire et se continue avec le tendon canalicule de ce dernier, puis la glande va s'ouvrir sur le côté interne de la mandibule par un petit orifice ovalaire, entouré d'un cadre chitineux.

Chaque tube glandulaire est recouvert extérieurement d'une *membrane péritonéale* (*Tunica propria*) très mince, portant çà et là des noyaux aplatis et entourés d'une mince zone cytoplasmique.

Au-dessous, vient l'*assise cellulaire* dont les éléments, vus de face, présentent une forme polygonale. En coupe, les cloisons séparatrices sont peu apparentes et se distinguent à peine des trabécules cytoplasmiques radiaires. Chaque cellule contient un protoplasme finement granuleux, avec de nombreuses vacuoles périnucléaires.

Vient ensuite, du côté interne, la *cuticule* ou *intima*, généralement mince, transparente, hyaline, à faces parallèles et sans trace de striations. Elle supporte une mince zone interne de protoplasme finement strié, formant bordure. Chez les Chenilles des Papillons, les glandes mandibulaires sont des organes à fonction double, à la fois digestive et surtout défensive.

ZOOLOGIE. — *Les appendices postcéphaliques des Branchiopodes et leur signification morphologique*. Note [1] de M. E. **Sollaud**, présentée par M. Bouvier.

Tous les appendices segmentaires des Crustacés, quelle que soit leur structure, doivent être considérés comme dérivant d'un type ancestral commun, formé de deux branches, l'*endopodite* et l'*exopodite*, portées à l'extrémité d'une pièce basilaire, le *sympodite*; celui-ci comprend trois segments, *præcoxa*, *coxa*, *basis*, et sur le bord externe du segment moyen peuvent s'insérer un ou deux *épipodites*.

Les *Branchiopodes* étant regardés, à juste titre, comme les plus primitifs des Crustacés actuels, les zoologistes se sont efforcés de retrouver chez eux ce type fondamental. Or les homologies sont loin d'apparaître nettement entre les différentes parties constitutives d'une patte foliacée de branchiopode et celles du membre biramé classique. Des opinions fort diverses ont été émises sur la question de ces homologies; aucune d'elles ne me paraît entièrement satisfaisante.

Dans les deux sous-ordres des *Notostraca* et des *Conchostraca*, les appendices postcéphaliques sont construits sur le même plan (*fig.* 1) : ils sont décrits comme formés d'une partie axiale, d'où se détachent six *endites* (1-6)

---

[1] Séance du 7 mai 1917.

et deux *exites*. L'exite distal, ou *flabellum* (*Flab.*), est une grande lame, munie de muscles puissants, qui rappelle beaucoup le scaphognathite (exopodite) de la maxille II chez les Décapodes; l'exite proximal est un saccule branchial. La plupart des auteurs, à la suite de H. Milne-Edwards, Huxley, Claus, pensent que le flabellum correspond à l'exopodite, et cette opinion est devenue presque classique; le saccule branchial est habituellement regardé comme un épipodite, et l'on qualifie d'endopodite, soit le sixième endite seul, soit une étendue plus ou moins grande de la portion axiale de l'appendice. D'autres, comme Ray Lankester, considèrent les endites 5 et 6 comme représentant respectivement l'endopodite et l'exopodite, et le flabellum devient alors un épipodite.

Mes recherches, qui ont porté sur *Lepidurus apus* (L.) [*Notostr.*] et *Cyzicus ægyptiacus* Dad. [*Conchostr.*], m'ont amené aux conclusions suivantes : Toute la partie axiale du membre correspond au *sympodite*, et l'on peut y reconnaître les trois segments primordiaux, *præcoxa* (Pr.), *coxa* (Cox.), *basis* (Bas.); le premier porte un seul endite (1); chacun des deux autres en porte deux (2-3, 4-5). Les exites s'insèrent tous deux sur la *coxa* : ce sont *deux épipodites* (Ep^1, Ep^2). Il est très vraisemblable que « l'endite 6 » représente l'*endopodite* (End.) et que l'*exopodite a complètement disparu*. (Les appendices des *Cladocera* se rattachent à ceux des *Conchostraca* et manquent également d'exopodite.)

Chez les *Anostraca*, le bord interne de l'appendice est divisé en six lobes, que l'on a homologués, à tort, avec les six endites des *Notostraca* et des *Conchostraca*. Le long du bord externe on trouve successivement, en se rapprochant de la base : 1° une lame terminale, généralement considérée comme l'homologue du flabellum (pour Sars, elle correspond à « l'endite 6 » et le flabellum n'est pas représenté chez les *Anostraca*); 2° un saccule branchial, regardé comme de nature épipodiale; 3° deux lames branchiales très minces (la lame proximale disparaissant d'ailleurs dans la plupart des genres).

L'étude des appendices chez *Chirocephalus stagnalis* (Shaw) m'a conduit à l'interprétation suivante (*fig.* 2) : Le *sympodite* ne comprend plus que les deux derniers segments, *coxa* et *basis* (Cox., Bas.). Les deux lobes proximaux du bord interne sont les deux endites de la *coxa* (2, 3); les quatre autres lobes (4 à 5) appartiennent à la *basis*, mais les trois premiers (4, 4′, 4″), de dimensions restreintes, sont des subdivisions secondaires d'un seul endite. La lame terminale est l'*endopodite* (End.), qui semble rejeté

sur le bord-externe, par suite du grand développement pris par l'endite distal (5) de la *basis*. Le saccule branchial s'insère nettement sur la *basis* : c'est un *exopodite* (Ex.), réduit, et ayant perdu sa forme et sa fonction primitives de rame natatoire. Quant aux deux lames branchiales, elles appartiennent à la *coxa* et sont de nature *épipodiale;* elles correspondent aux deux lobes, proximal et distal, que l'on peut reconnaître dans le *flabellum* des *Conchostraca*; les soies rudimentaires qui existent encore sur leur pourtour et les quelques faisceaux de fibres musculaires qui ont persisté dans la lame distale (au moins chez *Chirocephalus*) montrent bien qu'il s'agit d'un flabellum réduit (Ep^2), déchu de son ancienne importance fonctionnelle. L'épipodite proximal (saccule branchial des autres sous-ordres) n'existe pas chez les *Anostraca*.

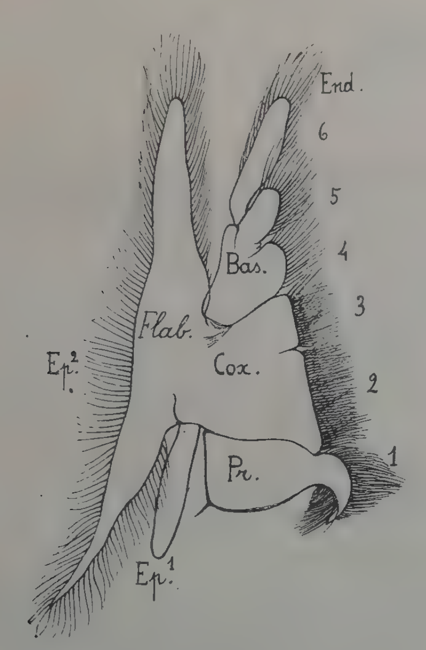


Fig. 1. — CONCHOSTRACA (schém.).

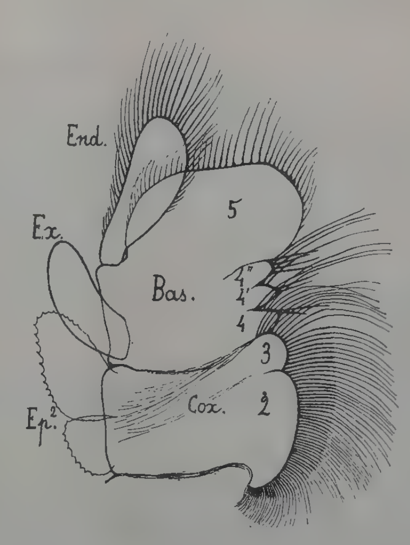


Fig. 2. — ANOSTRACA (schém.).

La disparition complète de l'exopodite chez les *Notostraca*, *Conchostraca* et *Cladocera*, est peut-être due au grand développement pris par l'épipodite distal (flabellum), dont les mouvements déterminent, sous la carapace, la production de courants qui facilitent les échanges respiratoires. Chez les *Anostraca*, où ces échanges s'effectuent plus facilement, par suite de la dis-

parition de la carapace, le rôle de cet épipodite a beaucoup perdu de son importance; de là ses dimensions restreintes et la persistance corrélative de l'exopodite, réduit il est vrai à un saccule branchial.

Par la perte ou la réduction de l'exopodite, les appendices postcéphaliques de tous les Branchiopodes actuels s'éloignent du type biramé fondamental. Par contre, la structure générale du sympodite et de ses annexes (endites et exites), telle qu'elle est réalisée chez les *Notostraca* et surtout chez les *Conchostraca*, paraît bien représenter une structure primitive commune; c'est bien celle que l'on est conduit à prendre comme point de départ pour expliquer les transformations si diverses subies par la portion basilaire des membres [1] dans les différents groupes de Crustacés.

MÉDECINE. — *Action de l'étain métallique et de l'oxyde d'étain dans les infections à staphylocoque.* Note de MM. **Albert Frouin** et **R. Grégoire**, présentée par M. Roux.

Le point de départ de nos recherches réside dans les faits suivants :

Il est notoire en Beauce que les étameurs n'ont jamais de furoncles, à ce point que l'étain en poudre est un remède populaire contre cette affection. D'autre part, l'un de nous a constaté que si l'on ajoute de l'étain métallique à un milieu nutritif synthétique additionné d'alcool, dans lequel on ensemence du *Mycoderma aceti*, le développement du microbe n'est pas sensiblement modifié, mais la production d'acide acétique est diminuée ou totalement empêchée.

Nous avons cherché si l'étain exerce une action *in vitro* sur le développement ou la virulence du staphylocoque et étudié l'action thérapeutique de ce métal.

Action de l'étain et de ses composés sur le développement et la virulence des staphylocoques. — L'addition de protochlorure, d'oxyde ou d'étain métallique au bouillon nutritif avant la stérilisation diminue l'abondance de la culture faite en milieu anaérobie. Après le troisième ou quatrième passage, on n'observe plus qu'un développement à peine appréciable si les réensemencements sont faits toutes les 48 heures.

---

[1] Peut-être faut-il faire exception pour quelques-uns des appendices segmentaires, par exemple les antennes II.

Dans les bouillons additionnés de 1 pour 100 de lactose, maltose, glucose ou lévulose, on n'observe que peu de différences dans le développement microbien, en culture anaérobie; il en est de même dans le bouillon ordinaire en culture aérobie, mais, dans tous les cas, la virulence du microbe est considérablement diminuée.

Voici les résultats d'une expérience :

Nous avons employé un staphylocoque dont la virulence pour le lapin a été exaltée par trois passages successifs chez cet animal. Les inoculations ont été faites dans le péritoine en employant des cultures de 24 heures en bouillon additionné de divers sels d'étain.

Date.	Numéros.	Poids.	Nature de l'injection.	Survie.
17 décembre 1913...	18	3200^g	3$^{cm^3}$ culture en bouillon (témoin)	6 jours
» ...	5	2490	3 métastannate de soude	9 »
» ...	54	3110	3 protochlorure d'étain	12 »
» ...	40	2990	3 oxyde d'étain	7 »
» ...	41	2600	3 métal pulvérisé	11 »

Cette expérience, répétée avec un microbe d'une autre origine, a donné des résultats de même ordre.

Effet thérapeutique de l'étain chez les animaux inoculés avec des cultures de staphylocoques. — Les animaux sont inoculés dans le péritoine avec 3$^{cm^3}$ d'une culture sur gélose inclinée, émulsionnée dans 10$^{cm^3}$ d'eau salée à 9^g pour 1000.

Les sels d'étain, hydrate, protochlorure, à 5 pour 100, sont dissous dans l'acide tartrique. Les solutions, neutralisées, sont injectées dans les veines; l'injection est faite 12 heures après l'inoculation.

Date.	Numéros des lapins.	Poids.	Date de l'injection.	Produit injecté.	Résultats.
15 janv. 1914...	59	2,280^{kg}	»	»	Mort le 17
» ...	57	2,260	15 janvier	0^g,10 chlorure d'étain	» 21
» ...	45	2,130	»	» »	» 24
» ...	58	2,280	»	0^g,10 hydrate d'étain	» 25

D'après ces résultats, on voit que le chlorure et l'hydrate d'étain injectés 12 heures après l'inoculation intrapéritonéale ont retardé la mort des animaux de 4, 7 et 8 jours.

Effet de l'ingestion de l'oxyde et de l'étain métallique. — Les expériences ont été faites sur 6 chiens qui ont ingéré chaque jour pendant 20 jours 2^g d'étain métallique ou d'oxyde d'étain. Les animaux n'ont présenté aucun trouble. Le Tableau suivant indique le poids des animaux au début et à la fin de l'expérience :

Étain métallique. Poids des animaux au début.	Étain métallique. Poids des animaux après 20 jours.	Oxyde d'étain. Poids des animaux au début.	Oxyde d'étain. Poids des animaux après 20 jours.
kg	kg	kg	kg
21,000	21,800	23,000	21,000
24,500	25,000	19,000	17,500
9,000	9,300	15,000	14,500

Les animaux qui ont ingéré le métal ont engraissé, ceux qui ont ingéré l'oxyde d'étain ont légèrement diminué de poids. On pourrait admettre, *a priori*, que ces derniers ont absorbé une plus grande quantité de substance, l'oxyde d'étain étant plus soluble que le métal, ce qui a pu avoir une influence sur le métabolisme.

Il n'en est rien. Voici les quantités de métal retrouvées dans l'urine de 24 heures pendant les sept premiers jours de l'expérience :

Oxyde d'étain. — Chien de 15kg.		Étain métallique. — Chien de 9kg.	
g		g	
0,024		0,083	
0,020		0,080	
0,080		0,068	
0,092	Moyenne.. 0g,0565	0,080	Moyenne... 0g,064
0,032		0,030	
0,080		0,049	
0,068		0,059	

On voit que l'animal qui a ingéré le métal élimine en moyenne 8mg de plus d'étain que celui auquel on a fait ingérer l'oxyde.

Nous avons obtenu des résultats identiques en faisant ingérer 1g et même 0g,500 de métal ou d'oxyde. On peut admettre que dans ces limites la quantité absorbée est indépendante de la quantité ingérée; elle dépend seulement du pouvoir dissolvant des sucs digestifs.

Nous ferons remarquer que les quantités éliminées par l'urine pendant la durée de l'expérience d'ingestion ne correspondent pas aux quantités réellement absorbées pendant cette période. En effet, l'élimination par l'urine continue longtemps après que l'ingestion de l'étain a été supprimée. Chez deux animaux, auxquels on avait fait ingérer de l'étain pendant 7 jours, nous avons retrouvé 18mg d'étain dans l'urine de 24 heures, 27 jours après la dernière ingestion.

Le volume de l'urine a légèrement augmenté. L'indican urinaire est

diminué; il nous a semblé que la diminution était plus marquée chez l'animal qui avait ingéré l'oxyde d'étain.

Conclusions. — Les faits que nous venons d'établir : 1° l'absorption de l'étain métallique et de l'oxyde d'étain par les voies digestives; 2° l'innocuité de ces sels sur l'organisme; 3° l'effet thérapeutique des sels d'étain dans les septicémies expérimentales à staphylocoques; 4° l'action microbicide des sels d'étain dans certaines conditions de culture et l'influence de ces sels sur la virulence des microbes, justifient l'emploi de ces produits dans les maladies à staphylocoques.

Nous n'indiquerons ici que les résultats obtenus dans le traitement de la furonculose. Nos 50 observations personnelles, qui seront publiées ultérieurement en détail, peuvent être résumées de la façon suivante. Nous avons donné *per os* $0^g,500$ à 1^g d'étain métallique ou d'un mélange d'étain et d'oxyde d'étain. Dans tous les cas, la disparition de tous les furoncles existants a été obtenue dans un laps de temps variant entre 5 et 14 jours, sans aucune récidive, même après 6 mois. Plusieurs de ces malades avaient suivi antérieurement, sans résultats appréciables, les traitements habituels ou des vaccinations suivant diverses méthodes.

MÉDECINE. — *Accès graves chez des paludéens atteints de tierce dite* bénigne. Note [1] de MM. **R. Wurtz** et **R. Van Malleghem**, présentée par M. Laveran.

Chez quatre paludéens, revenant de Macédoine, et dont le sang renfermait exclusivement le *Plasmodium vivax*, nous avons observé à l'hôpital Devillas des accès cérébraux et bulbaire. Ces accès différaient complètement des accès ordinaires, peu graves, que nous soignons chez les soldats évacués de Salonique pour paludisme, malades infectés pour la plupart par le *Pl. vivax*, et dont nous avons examiné plusieurs centaines.

Habituellement ces paludéens, traités tous en Macédoine par la quinine, ont, soit un accès isolé, soit deux accès séparés par un jour d'apyrexie (tierce) soit un accès quotidien trois jours de suite (double tierce), soit deux accès tierces se succédant sans interruption (tierce doublée). La

(1) Séance du 7 mai 1917.

durée et l'intensité des accès sont médiocres. Ils durent en général 4 à 6 heures et affectent peu l'état général du malade, sauf dans certains cas de double tierce, renouvelée. Le malade a alors, en 6 jours, six accès quotidiens.

Tout autre a été l'aspect clinique des accès graves, sur lesquels nous attirons ici l'attention : accès cérébraux dans trois cas, avec perte de connaissance, excitation, délire, température de 41° durant plusieurs heures, les malades proférant des propos incohérents, et en proie à une vive agitation (accès délirants).

Tous ces symptômes ont rétrocédé sous l'influence d'une forte dose de quinine, 2^g et $2^g,50$ d'un seul coup. Dans un cas le malade a repris connaissance 10 minutes après l'ingestion du médicament. A trois reprises, chez un malade, il y a eu trois de ces accès délirants.

Le quatrième cas a été un accès syncopal. Le malade, après des tremblements accompagnés d'une vive oppression et des efforts de vomissements, est devenu brusquement cyanosé. La figure et les mains étaient noires. Il a perdu connaissance et n'a point senti une piqûre de caféine faite d'urgence par l'infirmière de la salle : quand l'interne de garde est arrivé, le pouls était redevenu normal. Les périodes de chaleurs et de sueurs ont évolué comme d'habitude. Le malade fut très déprimé à la suite de cet accès.

Chez tous ces paludéens, l'examen du sang n'a montré que le *Plasmodium vivax*, parasite de la tierce bénigne, aussi bien dans l'intervalle des accès que pendant toute leur durée. Jamais, malgré des examens répétés, on n'a pu trouver le parasite de la fièvre tropicale : *Plasmodium falciparum*.

Ce n'est pas la première fois que ces cas graves ont été signalés dans la tierce dite *bénigne*. Armand Delille et ses collaborateurs en ont vu un cas à Salonique.

On peut objecter que ces malades, atteints de symptômes qui tranchent d'une façon si nette sur la marche ordinaire de la fièvre tierce bénigne, étaient infectés par deux parasites : le *Plasmodium vivax* et le *Plasmodium falciparum*, ce dernier ayant provoqué des accès graves. Cela est possible; mais comment se fait-il alors que, pendant ces accès, aussi bien qu'en dehors d'eux, on n'ait trouvé que le *Plasmodium vivax* en quantités considérables, et pas une seule fois le *Plasmodium falciparum* ?

Il y a une autre hypothèse à faire, et qui nous vient à l'esprit à la suite de la remarque suivante : depuis près d'un an que nous étudions ce paludisme de Macédoine, nous avons été frappés de ce fait, c'est qu'au début de nos

observations, sitôt après la grande épidémie estivo-automnale, nous n'avons trouvé pendant les mois d'août, septembre, octobre, novembre, dans le sang des malades, que le *Plasmodium falciparum*, et, dans quelques rares cas, le *Pl. vivax*, lequel s'est substitué ensuite presque exclusivement au *Pl. falciparum*. Nous n'avons plus vu depuis six mois qu'un seul malade infecté par le *Pl. falciparum*. Il serait intéressant de savoir s'il s'agit là d'une simple coïncidence, ou si le même fait a été observé ailleurs.

Dans ces conditions, il est permis de se demander s'il n'y a pas eu transformation du *Pl. falciparum* en *Pl. vivax*; si, d'une façon plus générale, comme le pense et l'a toujours soutenu M. Laveran, l'hématozoaire du paludisme ne serait pas unique, et si les trois espèces classiques de parasites répondant aux trois formes cliniques : tierce bénigne, quarte, tierce maligne (fièvre tropicale, estivo-automnale, etc.), ne sont pas des transformations d'un seul et unique parasite, l'hématozoaire de Laveran.

A 16 heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Botanique, par l'organe de son Doyen, présente la liste suivante de candidats à la place vacante par le décès de M. *R. Zeiller* :

En première ligne	M. P.-A. DANGEARD
En deuxième ligne	M. MARIN MOLLIARD
En troisième ligne, ex æquo et par ordre alphabétique	MM. PAUL GUÉRIN, LOUIS MATRUCHOT

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 17 heures et quart.

A. Lx.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans les séances de février 1917 (*suite et fin*).

Annales de l'Institut océanographique. Tome VII, fasc. VII : *Étude sur les aires de ponte et les déplacements périodiques du thon commun dans la Méditerranée occidentale*, par Louis Roule. Paris, Masson, 1917; 1 fasc. in-4°.

Pour l'humanité, par Dario Vellozo, traduit par Ph. Lebesgue et Gahisto. Coritiba, Parana (Brésil), 1916; 1 fasc.

Nouveaux polyèdres dérivés, par Antonio Cabreira. Extrait des *Trabalhos da Academia de sciencias de Portugal*, 1re série, t. V. Coimbra, Imprimerie de l'Université, 1916; 1 fasc.

Trabajos del laboratorio de investigaciones biológicas de la Universidad de Madrid, publicados por S. Ramón Cajal, t. XIV, fasc. 1° y 2°. Madrid, Nicolás Moya, 1916; 1 fasc. in-8°.

Atti dell' Istituto botanico dell' Università di Pavia, redatti da Giovanni Briosi; 2e série, t. III et IV. Milano, Bernardoni di C. Rebeschini, 1894 et 1897; 2 vol. in-8°.

Granuloma venéreo, trabalho do Instituto Oswaldo Cruz, par H. C. de Souza Araujo. Rio de Janeiro, Ferreira Pinto, 1917; 1 vol. in-8°.

Universidad nacional de La Plata. Observatorio astronómico. *Resultado de las observaciones en la zona* — 52° *a* — 56°, *durante los años* 1913, 1914 *y* 1915, *y en la zona* — 57° *a* — 61°, *durante el año* 1915; t. III. La Plata, Observatorio astronómico, 1916; 1 vol. in-4°.

Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse. 50e livraison : *Monographie der Churfisten-Mattstock-Gruppe*, von Arnold Heim; 60e livraison : *Les Hautes-Alpes calcaires entre la Lizerne et la Kander*, par Maurice Lugeon; 76e livraison, 1re partie : *Zur Tektonik der südöstlichen Schweizeralpen*, von Rudolf Staub; 76e livraison, 2e partie : *Geologische Untersuchungen im westlichen Rhätikon*, von Daniel Trümpy. Berne, A. Francke, 1916; 4 fasc. in-8°.

Nouveaux Mémoires de la Société helvétique des sciences naturelles; t. LII, Zürich, Zürcher et Furrer, 1916; 1 vol. in-4°.